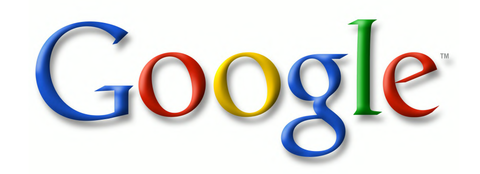




SÉANCES
DES ÉCOLES NORMALES,

RECUEILLIES

PAR DES STÉNOGRAPHES,

ET REVUES

PAR LES PROFESSEURS.

NOUVELLE ÉDITION.

TOME QUATRIÈME.

PARIS,

A L'IMPRIMERIE DU CERCLE-SOCIAL.

(1800.)

AN 9 DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

SÉANCES
DES ÉCOLES NORMALES,

RECUEILLIES

PAR DES STÉNOGRAPHES,

ET REVUES

PAR LES PROFESSEURS.

NOUVELLE ÉDITION.

TOME QUATRIÈME.

PARIS,

A L'IMPRIMERIE DU CERCLE-SOCIAL.



SÉANCES
DES ECOLES NORMALES,

RECUEILLIES

PAR DES STÉNOGRAPHES,

ET REVUES

PAR LES PROFESSEURS.

TRENTE-SIXIÈME SÉANCE.

(7 *Germinal.*)

HISTOIRE NATURELLE.

DAUBENTON, *Professeur.*

Sur les rapports que l'on a recherchés entre les corps bruts et les corps organisés.

QUOIQUE l'on ait déjà beaucoup de connaissances sur les productions de la nature, on n'en a pas encore trouvé toutes les espèces et toutes les sortes. Il en reste un grand nombre que les naturalistes n'ont pas vues; et parmi celles qui ne sont pas inconnues;

échelle (1). L'homme est placé dans le haut, et le feu dans le bas, avec une note qui fait entendre que si l'échelle était prolongée par le bas, elle s'étendrait à des matières plus subtiles que le feu. En remontant cette échelle, je ne m'arrêterai pas sur les élémens, les terres, les bitumes, les souffres, les demi-métaux, les métaux, les vitriols, les sels, les crystallisations, les pierres figurées, parce que l'on a acquis, depuis peu, sur ces minéraux, beaucoup de nouvelles connaissances, dont l'auteur n'était peut-être pas assez informé, lorsqu'il a fait son échelle des êtres naturels. Je vais discuter les êtres qu'il a employés pour faire un passage des solides bruts ou non organisés, aux solides organisés. Voici ses propres termes :

« L'organisation apparente des pierres feuilletées, ou divisées par couches, telles que les ardoises, les talcs, etc.; celle des pierres fibreuses, composées de filamens, telles que les amiantes, semblent constituer des points de passages des solides bruts aux solides organisés ».

Je suis surpris que Charles Bonnet, qui a fait de très-bonnes observations sur différens genres de productions de la nature, ait pu imaginer une apparence d'organisation dans les pierres feuilletées et dans les pierres fibreuses. A-t-il jamais reconnu, dans

---

(1) La figure de cette échelle est à côté de la première page du premier volume de l'édition in-4o. des œuvres de Charles Bonnet; elle serait mieux placée au chapitre IX de la IIe. partie de la contemplation de la nature.

la structure des ardoises ou de l'amiante, aucun rapport de nature ou d'organisation avec les vaisseaux ligneux, les membranes ou les vaisseaux, ou toute autre partie des plantes ou des animaux ? il n'en dit rien. Mais il convient « que cette transition n'est pas aussi heureuse que celle qui s'observe dans plusieurs autres classes d'êtres terrestres. La nature semble faire ici un saut, dit l'auteur ; mais ce saut disparaîtra, sans doute, lorsque nos connaissances auront acquis plus d'étendue et de précision ».

Je crois que non seulement cette transition des corps bruts aux corps organisés n'est pas heureuse, mais qu'elle est absolument fausse : je vais prouver que celle que l'auteur annonce pour plusieurs autres classes ne sont pas mieux fondées ; mais auparavant, il faut s'expliquer sur ce que signifie une chaîne ou une échelle des êtres naturels.

J'ai déjà dit, dans la leçon sur la nomenclature méthodique de l'histoire naturelle que, pour avoir une idée de l'ordre direct, il fallait supposer toutes les productions de la nature placées sur une même ligne, de manière que chacune eût plus de rapport avec ses deux voisines qu'avec aucune des autres. On compare cet arrangement à une chaîne ou une échelle dont chacune des productions de la nature représente un chaînon on un échelon : s'il y a sur la ligne quelque production de la nature qui ait moins de rapport avec ses deux voisines, ou seulement avec l'une d'elles qu'avec d'autres, dans ce cas, il manque un chaînon ou un échelon ; l'ordre direct est interrompu. Il n'y a point de passage d'une production à celle qui la

Cependant l'échelle des êtres plaît à beaucoup de gens, dont la plûpart ne sont pas assez instruits pour en connoître les défauts. Mais je suis surpris qu'un professeur d'histoire naturelle en ait fait assez de cas pour la traduire en latin, et l'insérer dans un de ses ouvrages.

Charles Bonnet n'a pas fait mention des cétacées dans la construction de son échelle ; le traducteur y a suppléé par le mot *mammalia* au lieu de quadrupèdes; mais la transition n'en sera pas plus facile d'une baleine à un oiseau.

On convient généralement que la principale différence qui soit entre les productions de la nature, consiste en ce que les unes ne sont que des corps bruts, et que les autres ont des organes : les minéraux en sont dépourvus ; les végétaux et les animaux sont organisés. Pour prouver qu'il y a des êtres en partie bruts et en partie organisés, on a cité les pierres feuilletées et les pierres fibreuses, comme le talc, l'ardoise et l'amiante.

On a recherché cette double analogie dans les madrépores, les coraux et les lithophytes, dont la dénomination signifie une pierre-plante : mais on a reconnu qu'ils n'avaient pas plus de rapports aux minéraux que les animaux qui ont des os, des arrêtes, des enveloppes crustacées, des coquilles, ou d'autres parties pierreuses, et de toutes les plantes, parce qu'elles contiennent une terre fixe qui est de la nature des pierres.

Il y a tout lieu de croire que les terres et les pierres calcaires sont, en grande partie, originaires

des animaux et des végétaux. Cependant il est encore certain que ces terres et ces pierres n'ont aucun rapport essentiel avec les animaux ou les végétaux, parce qu'elles ne sont que des corps bruts qui n'ont aucun caractère d'organisation.

Il est très-vraisemblable que le charbon de terre, et les autres bitumes, viennent des végétaux Supposons que cette origine fût démontrée ; on n'en pourrait conclure aucune analogie actuellement subsistante entre les bitumes et les végétaux. Il en est de même pour le terreau ; quoiqu'il soit un détriment de substances végétales ou animales, il n'a plus d'organisation ; ce n'est qu'une matière brute qui diffère essentiellement des végétaux.

Un corps ne peut passer de la division des végétaux ou des animaux à celle des minéraux, sans changer de nature ; il faut qu'il ait perdu toute organisation pour être minéral ; sa substance est brute, par conséquent elle ne peut faire aucune liaison entre les minéraux et les corps organisés.

S'il reste dans un bloc de pierre, ou dans une mine de charbon, des parties d'animaux ou de végétaux, qui aient perdu toute leur organisation, elles appartiennent à la division des animaux, ou à celle des végétaux, tant qu'elles conservent des vestiges d'organes. Telles sont les coquilles pétrifiées qui se trouvent dans la pierre calcaire, et les fragmens de plantes que l'on voit dans le charbon de terre.

L'huile est une des substances végétales ou animales, qui reste le plus long-tems mêlée et même unie à des substances minérales, sans se dénaturer

entièrement. Le napthe est composé d'huile et d'acide minéral. Le napthe et les autres bitumes auraient donc des rapports avec des substances des trois grandes divisions des productions de la nature, et sembleraient faire une division entr'elles. Mais ce raisonnement n'est que spécieux, il ne peut avoir aucun fondement en histoire naturelle.

L'huile n'est pas un individu animal, ni végétal; elle n'existe séparément de la substance des animaux ou des plantes, qu'après en avoir été tirée par des opérations de l'art, ou par une décomposition de la nature. L'huile n'est qu'une partie intégrante des animaux et des plantes; celle qui est sortie des végétaux, dont les bitumes sont organisés, y subsiste encore. C'est la même huile, avec quelques mêlanges, suivant les preuves que les chimistes en donnent; mais elle ne peut être considérée nulle part, dans la nature, comme un corps particulier qui existe séparément des autres; ce n'est qu'une substance qui se trouve, comme l'eau, dans les animaux, les plantes et les bitumes. Elle est originaire des corps organisés; mais elle n'a par elle-même aucun caractère d'organisation. Par conséquent, lorsqu'elle se trouve dans les minéraux, elle ne peut avoir, aux yeux des naturalistes, aucune liaison avec les végétaux et les animaux.

Le terme de la durée de la vie est déterminé dans les animaux et dans les végétaux, par la conformation de leurs organes. Le tems opère successivement de si grands changemens dans leur état, qu'enfin ils perdent la faculté de faire leurs fonctions. Les fibres des

plantes se durcissent et prennent tant d'adhérence les unes avec les autres, que l'herbe se dessèche; le bois devient si compacte, que la sève et ses autres liqueurs n'y trouvent plus un libre cours, pour entretenir la végétation. Les vaisseaux du corps des animaux perdent leur souplesse et leur ressort; la circulation des humeurs se ralentit, les sources de la vie tarissent, et l'animal meurt: c'est ainsi que les végétaux et les animaux périssent au terme naturel où leurs organes ont perdu des propriétés nécessaires à leurs fonctions.

Les minéraux étant privés d'organes, c'est-à-dire, de parties actives, n'ont point de mouvement intestin; ils sont dans un parfait repos qui assure leur durée. Ils subsisteraient toujours dans le même état séparément les uns des autres. Un minéral ne peut être détruit que par des causes accidentelles qui lui sont étrangères. Il est brisé par le choc d'autres corps, altéré ou dissous par l'eau et par des substances salines, calciné ou fondu par le feu.

Les corps organisés opèrent donc par eux-mêmes leur destruction; celle des corps bruts est indépendante de leur existence. Cette différence essentielle est une preuve décisive qu'aucune production de la nature ne peut appartenir en partie aux minéraux, et en partie aux végétaux. Par conséquent il n'y a point d'être intermédiaire entre ces deux grandes divisions, ni passage de l'une à l'autre.

espace pour la *largeur*, enfin une épaisseur traversée pour la *profondeur*.

Ensuite je fais voir que le corps humain n'est pas seulement ce que nous appelons *corps*, que c'est encore un corps d'homme, ou humain ; mais, comme il ne me faut que le mot *corps*, je fais le signe de longueur, largeur et profondeur. Je reviens à ma première question.

D. *Combien de corps as-tu ?*

R. *Je n'en ai qu'un seul.*

A présent je vais lui demander s'il n'a pas un autre corps. Son portrait est ordinairement dans ma chambre, et c'est là son second corps.

D. *Un corps de toi n'est-il pas dans ma chambre ?*

R. *Non.*

D. *Un corps de toi n'est-il pas sur une toile ?*

R. *Oui.*

Vous voyez qu'après cette réponse, l'élève corrige la première, en effaçant ces mots : *je n'en ai qu'un seul*, et il substitue ces mots ci : *j'en ai deux.*

A présent, voici une autre demande :

Quand je ne touche pas ton corps qui est devant moi, et quand je ne regarde pas ton corps qui est sur la toile, puis-je voir ton corps d'une autre manière ?

R. *Oui : mon corps est dans ton esprit.*

(Ici l'élève corrige la réponse précédente).

Vous voyez qu'il efface la réponse qu'il avait déjà faite

faite à cette question, et qu'il met à la place : *j'en ai trois.*

Voilà où nous en voulions venir ; nous voici entrés dans le champ des idées abstraites, car c'est du troisième corps que nous allons parler.

D. *Comment s'appelle le* VOIR *du premier corps ?*

R. *Il s'appelle* TOUCHER.

D. *Comment s'appelle le second ?*

R. *Il s'appelle* IMAGE *ou* FIGURE.

Il a cru que je lui demandais comment s'appelle le second corps ? il n'est pas entré dans mon idée, et n'a pas entendu ma demande, parce qu'il y a une ellipse qui l'a trompé ; je vais donc lui faire la même demande, sans ellipse.

D. *Comment s'appelle le second* VOIR?

R. *Il s'appelle* VOIR, *sans pouvoir toucher.*

D. *Comment s'appelle le troisième* VOIR ?

R. *Le troisième* VOIR *s'appelle* IDÉER.

Ce terme *idéer* n'est pas français, comme je l'ai fait remarquer dans une de nos précédentes séances, mais il est de son invention; et j'ai cru devoir le lui laisser, parce que c'est un bon terme, et qu'il faudrait en enrichir notre langue.

Je vais lui demander encore :

Quelle différence y a-t-il entre le premier VOIR *et les autres* VOIR ?

Voici sa réponse que je vais lire pour ceux qui ne sont pas à portée de la lire eux-mêmes.

R. *Le troisième* VOIR *est le* VOIR *de l'esprit.*

Le second, c'est VOIR, *avec les yeux, l'image d'un objet faite avec de la craie, avec des couleurs, sur du papier, sur de la toile, sur d'autres choses, etc.*

Le premier VOIR, *c'est le* VOIR *réal, le* VOIR *vrai, le* VOIR *propre, le* VOIR *sans idée et sans image.*

Il va lui-même faire le tableau dont je vous ai parlé ; quant au mot *réal*, il y a été conduit par l'analogie; car de *réel* on fait *réalité.* Il ne faut jamais oublier que le sourd-muet est un étranger.

Le citoyen Wailly fait une observation bien juste ; c'est que comme le sourd-muet ne peut-être conduit qu'à force d'art, il ne peut apprendre une loi grammaticale que par l'analogie : or, les analogies le trompent souvent, à cause des irrégularités qui se rencontrent fréquemment dans notre langue.

Debrun. N'avez-vous pas dit aux sourds-muets qu'il y avait quelques anomalies dans notre manière de nous exprimer ; et quand ils en rencontrent dans notre langue, ne les regardent-ils pas comme des fautes, ne les avertissez-vous pas de ces irrégularités ?

SICARD. Cela arrive le plus rarement possible ; quand ils trouvent des irrégularités dans la langue, ils appellent cela des mots menteurs.

Il va faire le tableau que je vous ai annoncé.

Voir	voir.
Voir voir	regarder.
Voir voir voir	fixer.
Voir voir voir voir	considérer.
Voir voir voir voir voir	examiner.
Idéer	Idéer.
Idéer idéer	penser.
Idéer idéer idéer	réfléchir.
Idéer idéer idéer idéer	méditer.
Idéer idéer idéer idéer idéer	pénétrer.
Vouloir	vouloir.
Vouloir vouloir	desirer.
Vouloir vouloir vouloir	aimer.
Vouloir vouloir vouloir vouloir	se passionner.

Ce tableau-là est si simple, citoyens, que vous ne l'aurez pas vu une fois, sans le savoir aussi bien que moi, et vous apprendrez en même tems les signes.

Un élève. Vous appelez une idée abstraite, celle des objets qui ne tombent pas sous les sens; cependant, citoyen, votre élève, en prenant l'idée de ces corps, a dû considérer ces objets; par conséquent, il n'a pu avoir l'idée que vous appelez abstraite, que par les objets. Il n'y a pas d'idée qui ne soit donnée par les sensations, et toutes les idées sont l'image

des objets corporels ; par conséquent il n'a pu avoir l'idée que vous appelez abstraite, que par l'objet : il n'a donc pas l'idée d'un objet qui n'existe pas.

Sicard. Je pourrais dire au citoyen que je n'ai pas donne ainsi, cette définition des idées abstraites ; mais comme des réponses négatives ne sont pas des réponses, je crois devoir ajouter ceci : c'est que j'appelle idées abstraites, toutes les conceptions de l'entendement, toutes les opérations de notre esprit sur les objets que nous avons ou vus ou touchés ; car il n'y a pas d'idées qui ne nous soient venues par le sens, et par conséquent à l'occasion des objets extérieurs.

Maintenant, citoyens, voici ce que c'est que ce tableau, vous y observez d'abord trois sous-divisions qui forment chacune un tableau différent ; il y a donc, selon moi, trois sortes d'hommes dans l'homme : *l'homme organique*, ou l'homme des sens, ou l'homme physique ; *l'homme intellectuel*, ou l'homme de l'esprit ; *l'homme moral* ; ou l'homme du cœur, ou de la volonté.

Pour faire entendre à mes élèves cette sous-division de l'homme intellectuel et moral, voici comment j'ai fait : J'ai pris mes bases dans l'homme organique, et j'ai dit : Toutes les opérations de l'œil ou du regard, ont pour élément la simple vue ; la simple vue, en se composant, nous donne toutes les opérations de l'œil. Ainsi, quand j'ouvre les yeux, je vois sans pouvoir m'en empêcher ; si je les ferme à l'instant, je n'ai pas encore regardé : mais si, après avoir vu, je fixe un peu, si j'arrête l œil sur l'objet que je viens de voir, alors ma vue se compose ; elle n'est plus

simple, et elle donne pour résultat le *regard;* ainsi le *regarder* est le *voir* deux fois.

Quand ensuite je ne me contente pas de *regarder*, et que je vois une troisième fois, si je puis parler ainsi; alors il y a de la fixité dans mon œil, dans mon regard, et je viens à la troisième opération de l'œil, qui se compose de la première opération, produite ou faite trois fois, comme vous le voyez. *Voir* nous donne *voir*; mais *voir* et *voir* nous donnent *regarder*. *Voir*, *voir*, *voir*, cette espèce d'addition nous donne *fixer*; *voir*, *voir*, *voir* et *voir* nous donnent *considérer*. Je vais expliquer cela tout-à-l'heure : et cinq fois *voir*, ou *voir* plusieurs fois, nous donne *examiner*. Que fait-on réellement quand on examine? on prend un objet que l'on regarde de tous les côtés, de tous les sens, dans tous les côtés et dans tous les sens, on ne laisse aucun côté sans le *voir*; ainsi de la multiplicité des *voir*, ou du *voir*, fait ou produit, autant de fois qu'il le faut, sur toutes les parties de l'objet, résulte l'examen, comme vous le savez.

Le *considérer* vient du mot latin *sidus*, *côté*; ainsi, *siderare*, qui n'a pas été conservé, mais qui existe dans le composé, signifierait *voir tous les côtés* d'un objet qui frappe la vue : observer tous les côtés, toutes les parties d'un objet, c'est *l'examiner*. On examine bien, quand on considère bien, quand on fixe bien; on considère bien, on fixe bien, quand on regarde beaucoup; on regarde bien, quand on voit bien : *voir*, *regarder*, *fixer*, *considérer*, *examiner*, cela forme, non une famille de mots, dont le premier soit matériellement le primitif des autres, mais une véritable famille d'idées

il en sera (et à présent vous l'entendez facilement), il en sera de même du second tableau. Si un objet quelconque frappe un de mes sens, comme l'œil du corps s'ouvre, quand la lumière vient le frapper; l'œil de l'esprit s'ouvre aussi et reçoit, par cette impression, l'image de cet objet.

Si nous *idéons*, nous avons une image; ainsi lors même que j'ai les yeux fermés, et que l'on passe sous mon nez une rose, je n'ai pas besoin qu'on me dise : *c'est une rose;* l'objet est dans mon esprit, je le *vois*. Lorsque j'ouvre l'œil, je *vois* tous les objets qui m'ont frappés; il en est de même de l'esprit; ainsi *voir*, quand il est fait avec intention, nous donne *le regard*, et lorsque l'*idéer* est voulu et qu'il se fait avec intention, il nous donne *le penser* : ainsi, j'ai donc eu raison de dire qu'aussitôt que j'ai conçu une idée, je la pèse; et *la pensée* est à l'esprit ce que *le regard* est à l'œil, etc.

L'idée simple devient donc successivement *pensée*, *réflexion*, *méditation*, *comparaison*, *jugement*, etc. à mesure qu'elle est plus ou moins prononcée, plus ou moins combinée. Le *vouloir* simple, le *vouloir* qu'il faut me permettre d'appeler élémentaire, qui serait *non voulu*, si le non vouloir n'était pas une idée contradictoire; ce *vouloir* là, qui est par rapport au cœur, ce que l'*idée* est à l'esprit, ce que la vue est à l'œil, devient le *desir* aussitôt qu'il est plus *voulu* : ainsi, j'ai en moi-même la faculté de *vouloir*, qui n'est pas exercée; mais aussitôt que se présente à la nature de mon être un objet qui me convient, je ne puis me défendre de le *vouloir* : si donc j'appuie un peu sur

cette *volonté*, elle devient un *desir* prononcé, et alors c'est le *vouloir* deux fois, comme le *regarder* est le *voir* deux fois ; de même si j'appuie davantage, si mon *regard* se fixe sur un objet qui convient à ma nature, la *fixité* du cœur nous donne pour résultat *l'aimer*, qui est le repos de l'ame. Ainsi, *l'amour* est pour le cœur, ce que le *réfléchir* et le *méditer* sont par rapport à l'esprit, et ce que la *fixité* est par rapport à l'œil; vous sentez que toute la chaîne des passions naît de-là. Voilà les trois hommes bien distincts dont je vous ai parlé ; je vais finir par-là, et Massieu va vous en donner les signes.

GÉOGRAPHIE.

MENTELLE, *Professeur.*

Nous nous sommes d'abord occupés avec vous des moyens de répandre les connaissances géographiques dans les écoles primaires ; depuis nous avons parlé de l'enseignement des écoles centrales. Aujourd'hui nous ouvrons une nouvelle carrière, et nous allons traiter de la géographie, relativement aux maîtres, en fixant votre attention sur les objets qu'il leur convient de ne pas ignorer.

Et d'abord j'offre à l'esprit, après la connaissance de la géographie physique, les notions plus ou moins étendues de la géographie politique qui embrasse des détails importans sur les *pays* et sur les *peuples*.

La connaissance indispensable de l'histoire des peuples qui nous ont précédés, ainsi que l'ordre naturel des évènemens, nous imposent la nécessité de commencer ici par la géographie ancienne.

Ordinairement on ne comprend, sous cette dénomination, que la description de la terre, au tems des peuples qui ont précédé l'ère vulgaire, et dont la connaissance est parvenue jusqu'à nous. Nous y joindrons un apperçu des connaissances géographiques chez les Grecs et les Romains.

Jusqu'ici les savans qui s'étaient occupés des recherches nombreuses et des études pénibles que nécessite le travail de la géographie, ayant eu deux objets différens, me paraissent pouvoir être divisés en deux classe ; celle des littérateurs, et celle des géographes.

Les premiers, tels qu'*Holstenius*, *Cluvier*, *Cellarius*, *Paulmier de Grantemenil*, et beaucoup d'autres, ne s'étaient, en général, proposés que de nous faire connaître les peuples, les lieux, les fleuves indiqués par les auteurs anciens et cités dans leurs ouvrages.

Les seconds, tels que les *Samson*, *Delisle*, et surtout le célèbre *Danville*, avaient cherché à retrouver par la discussion sur autant de points particuliers, quels lieux, quels fleuves représentent actuellement les fleuves et les lieux anciennement connus.

On sent de quelle utilité les travaux des uns et des autres doivent être à l'étude de l'histoire et de l'antiquité.

Mais une autre question, regardée jusqu'à présent comme insoluble, se présentait à l'esprit de ces savans et personne ne l'avait traitée d'une manière satisfai-

sante ; c'est celle de rechercher qu'elle était l'étendue du savoir géographique chez les Grecs et chez les Romains.

Il ne nous reste proprement d'ouvrages géographiques des anciens, que ceux de *Strabon*, de *Pline*, de *Pausaunias*, de *Ptolémée*, de *Pomponius-Mela*, et plusieurs périples.

Il est vrai que *Strabon* nous a fait connaître *Eratosthènes*, *Pithéas*, etc.; *Ptolémée*, *Martin de Tyr*, et d'autres. C'était dans leurs opinions qu'il fallait aller rechercher l'état des connaissances géographiques, et personne ne les a examinées sous ce point de vue.

Ce problême vient d'être résolu d'une manière victorieuse par le citoyen Gosselin, qui, joignant l'érudition à une sagacité rare, a publié sur cet objet un livre justement estimé de tous les savans de l'Europe. Mais comme par la nature des discussions qu'il renferme, il ne peut guère être un objet de lecture que pour ceux qui se livrent, d'une façon toute particulière, à l'étude de la géographie ; et que cependant la découverte qu'il renferme, appartient à la philosophie et à l'histoire des révolutions des connaissances humaines, et même à celles des nations entières, je vais vous en présenter ici une exacte et courte analyse. Je vous mettrai en même-tems sous les yeux quelques-unes des cartes qui accompagnent cet ouvrage, afin d'aider à l'intelligence de la doctrine qu'il renferme. Cet ouvrage a pour titre : *Géographie des Grecs analysée*, etc. (1).

(1) C'est un volume in-4°., qui se vend chez l'auteur, vieille rue du Temple, en face de la maison appelée autrefois Palais-Cardinal.

Voici d'abord en deux mots ce qui résulte du travail vraiment neuf du citoyen Gosselin ; c'est que les Grecs n'ont traité la géographie que long-tems après des peuples infiniment plus instruits qu'eux ; peuples qui avaient certainement des connaissances très-étendues en astronomie, et qu'ils avaient su appliquer avec le plus grand succès, à la description de la terre, et à la construction des cartes géographiques.

Le tems ayant effacé presque toutes les traces de ces travaux, il paraît que les Grecs n'en recueillirent qu'une espèce de carte, dont le mode de projection leur était entièrement inconnu, et dont ils firent la base des différens systêmes qu'ils proposèrent pour la description de la terre. Cette carte n'offrait que des contours et des positions, sans parallèles et sans méridiens.

Cette carte, d'après les différentes preuves qu'en donne le citoyen Gosselin, devait être à projection plate, et par conséquent offrir des mesures fictives, beaucoup trop grandes dans le sens des longitudes. Les Grecs, privés de tout moyen pour vérifier l'ensemble de ces distances, furent forcés d'en admettre la plus grande partie, et ne purent hasarder que des corrections partielles, par rapport aux lieux qu'ils parcoururent le plus.

Ces corrections devinrent le principe de la variété que l'on remarque dans les divers systêmes géographiques des anciens, et dans les distances qu'ils supposaient exister entre un lieu et un autre. Heureusement ils ne touchèrent pas sensiblement à la longueur de la Méditerranée, ni à celle de l'Asie, jusqu'à l'embou-

chure du Gange. Ils en conservèrent la mesure telle que cette ancienne carte la présentait. L'erreur qui résultait nécessairement de sa projection, ne fut d'abord que d'environ un cinquième sur les distances, dans le sens de la longitude. Mais les Grecs ayant varié dans la suite sur l'étendue qu'il convenait de donner au degré des grands cercles de la terre, portèrent l'erreur dans la graduation, jusqu'à deux septièmes.

Telles furent les causes qui répandirent tant d'obscurités et tant de méprises, dont les *Samson*, *Delisle* et *Danville* même n'ont pu se garantir, et dont un génie actif vient de découvrir le principe, en donnant la méthode de les faire disparaître.

Système d'Eratosthènes.

Dans le nombre des géographes anciens que le citoyen *Gosselin* a soumis à la discussion de ses principes mathématiques, *Eratosthènes* est celui qui s'offre le premier. Cet ancien disait avoir trouvé, par des opérations géométriques, que la circonférence de la terre devait être de 252,000 stades, ce qui donnait 700 stades pour le degré. Dans son observation de l'obliquité de l'écliptique, il avait trouvé le tropique, ou, ce qui revient au même, l'ouverture de l'angle formé par l'écliptique et l'équateur, de 23 degrés, 51 minutes, 15 secondes (1). Il avait aussi reconnu que

(1) Cette obliquité, selon le citoyen de la Lande, est actuellement de 23 degrés 27 minutes 58 secondes. (Élémens d'astronomie.)

l'arc du méridien, compris entre le tropique et le zenith d'Alexandrie, était la cinquantième partie du cercle, ou de 7 degrés 12 minutes. Il s'ensuit qu'il fixait la latitude de cette ville à 31 degrés 3 minutes 15 secondes, qu'il réduisit dans ses carres à 31, valant, selon lui, 21,700 stades.

Points principaux en latitude.

Ne croyant pas la terre habitable dans toute sa circonférence, à cause des excessives chaleurs de la zône torride, il avait tracé un premier parallèle à 83,000 stades au nord de l'équateur, et le nommait *parallèle des limites*. Cette ligne passait par l'île des *Exilés*, en Egypte; par la partie méridionale de l'Ethiopie, où croissait la cinnamome, c'est-à-dire, la canelle; par la Taprobane, au sud de l'Inde, et servait de bornes aux pays où l'on croyait que l'ardeur du soleil ne permettait plus aux hommes d'habiter.

Le second parallèle était celui de Méroé; il était à 3.400 stades de celui des limites: il passait par la partie méridionale des Indes; donc il était à 11,700 stades de l'équateur.

Le troisième parallèle passait à Syène, et se confondait avec le tropique. Eratosthènes le plaçait à 5,000 stades de Meroé, ce qui donne 16,700 stades de distance à l'équateur.

Le quatrième parallele est celui d'Alexandrie, fixé, comme je viens de le dire, à 5,000 stades au nord du tropique, ou à 21,700 stades à l'équateur.

Le cinquième parallèle est le plus important à dé-

terminer, parce qu'Eratosthènes le conduisit dans toute la longueur de la terre connue de son tems. Il le fit passer par les colonnes d'Hercule, ou détroit de Gadès, par le détroit de la Sicile, les parties méridionales du Péloponèse et de l'Attique, l'île de Rhodes, la Carie, la Lycaonie, la Cataonie, le golfe d'Issus, la Médie, le long de la chaîne du Taurus, qui, rencontrant le *Caspiæ Pylæ*, ou portes Caspiennes, s'avançait, selon lui, jusqu'à *Thinæ*. Eratosthènes ayant trouvé, au moyen d'un gnomon, que la mesure de l'arc du méridien, entre Rhodes et Alexandrie, était de 3,750 stades, il en faut conclure que le cinquième parallèle était à 25,450 stades de l'équateur.

Le sixième parallèle (ou parallèle qui passait par la ville d'Amisus) passait aussi, selon Eratosthènes, par l'Hellespont, la Propontide, la Colchide, la mer Hircanienne, la Bactriane et la Scythie. Il était à 28,450 stades de l'équateur.

Le septième parallèle passait par Bysance. Il était à 29,800 stades de l'équateur.

Le huitième parallèle passait à l'embouchure du Borysthènes. Ce parallèle était à 500 stades du précédent; ce qui donnait 34,800 stades de distance à l'équateur.

Enfin, un neuvième et dernier parallèle passait à Thule. Il était éloigné de 11,500 stades des bouches du Borysthènes. Eratosthènes fixait la position de cette île, d'après Pythéas, qui disait y avoir observé que le tropique d'été y servait de cercle arctique, c'est-à-dire, qu'il touchait l'horison, ce qui plaçait Thule à 46,300 stades de l'équateur.

Points principaux en longitude.

Je passe actuellement à la recherche des principaux points en longitude.

Eratosthènes comptait les degrés de longitude sur une ligne qu'il prolongeait depuis le cap *Sacrum* (C. S. Vincent) de l'Ibérie, ou de l'Hispanie, par les Colonnes d'Hercule, le détroit de Sicile, l'extrêmité méridionale du Péloponèse de l'Attique par Rhodes, le golfe d'*Jssus*, les portes Caspiennes, et le long de la chaîne de Taurus, jusqu'à *Thinæ*, qu'il plaçait sur les côtes orientales d'Asie; c'était, comme on vient de le voir, son cinquième parallèle.

Et, comme ce parallèle, selon lui, ne devait avoir qu'un peu moins de 200,000 stades de circonférence; il est clair qu'il réduisait la valeur du degré à cette latitude, à environ quatre cinquièmes de celui de l'équateur, ce qui est à peu-près la diminution des degrés de longitude, calculée dans l'hypothèse de la terre sphérique pour une latitude approchant du trente-sixième degré et demi. Le degré à cette latitude ne doit donc comprendre que 555 stades.

Mais Eratosthènes employait le degré à raison de 700 stades; et comme sous le parallèle de Rhodes, ce cercle ne contenait, selon lui, que 20,000 stades; que du cap *Sacrum* à l'embouchure du Gange, il en comptait 70,000; il soutenait que la lougueur du continent embrassait un peu plus du tiers de ce parallèle.

La même proportion se présentera, si l'on réduit

cette mesure en degrés de 575 stades chacun, puisque l'on aura pour l'intervalle compris entre ces deux points, 126 degrés 6 minutes 34 secondes, qui excéderont aussi le tiers du cercle divisé en 360 parties.

Or, la distance réelle, entre le cap *Sacrum* et l'embouchure la plus orientale du Gange, n'est que de 99 degrés 33 minutes 45 secondes. Il en faut conclure qu'Eratosthènes s'est trompé de 26 degrés 43 minutes 49 secondes, dans l'évaluation qu'il a faite de leur intervalle.

Cette erreur paraît tenir uniquement à la manière dont Eratosthènes envisageait la construction de la carte sur laquelle il prenait ses distances. Il faut observer que la mesure précédente, ainsi que la plûpart de celles qui appartiennent aux longitudes, étaient purement hypothétiques pour cet ancien. Il n'avait aucune observation, aucun moyen qui pût l'aider à les vérifier. Les secours qu'il pouvait tirer de son siècle étaient même tellement bornés, que, selon Strabon, il n'avait pu s'en procurer aucune sur l'Ibérie, la Gaule, l'Italie, le golfe Adriatique, le Pont-Euxin, etc. Ainsi, il ignorait presque toutes les distances de l'Europe, et il ne faisait que répéter aveuglément celles qu'il trouvait employées dans les cartes qui existèrent de son tems.

S'il a fait des changemens à ces cartes, ce n'a donc pu être que dans quelques-unes des distances intermédiaires, en les combinant sans doute autrement qu'elles ne l'avaient été jusqu'alors; et comme il lui était impossible de réunir un assez grand nombre de ces mesures, ou de ces combinaisons nouvelles, pour

qu'elles pussent atteindre, d'un bout à l'autre, l'extrémité du continent: il faut se persuader qu'il a soumis ses corrections particulières aux grandes limites qu'il trouvait établies, et qu'il n'a rien pu changer au cadre qui les renfermait.

Il faut encore faire attention 1°. qu'Eratosthènes ignorait la méthode des projections, et que toutes les cartes qui existaient de son tems étaient des *cartes-plates*, dans lesquelles les méridiens et les parallèles étaient supposés représentés par des lignes droites qui conservaient par-tout entr'elles les mêmes distances;

2°. Que l'on retrouve cette même manière de construire une carte également employée par les nations qui sortent de la barbarie, et par celles que les révolutions y ont replongées, avec cette différence que chez les premiers, elle ne présente aucune base astronomique, et annonce seulement des efforts pour soumettre la géographie à quelques principes fixés; au lieu que chez les seconds, elle conserve toujours des traces qui laissent appercevoir de grandes pertes et les débris d'une méthode beaucoup plus perfectionnée.

Pour distinguer à laquelle de ces époques la carte d'Eratosthènes doit être rapportée, il faut lui appliquer le genre de graduation qui convient à une *carte-plate*, en y traçant des méridiens perpendiculaires à l'équateur, et des parallèles à ce cercle éloignés les uns des autres de 700 stades.

Si alors aucune position ne se trouve rangée sous la graduation qui lui est propre, il faut regarder cette

carte

carte comme un premier essai informe, qui, envisagé du côté de la science, ne mérite nulle attention. Mais si, au contraire, cette graduation fait voir que les points les plus essentiels s'éloignent peu de celle qu'ils ont réellement sur le globe, on sera forcé de croire, sans doute, que leur emplacement n'a pu être déterminé que par des connaissances positives, dont le souvenir peut s'être perdu, mais dont l'exactitude se découvre encore dans les monumens que l'ignorance a défigurés, sans être parvenue à les détruire.

Les distances les plus importantes et les plus difficiles à fixer dans les cartes qu'Eratosthènes construisait, étaient celles du cap *Sacrum*, *à Issus*, qui donnait la longueur de la Méditerranée; et celle de ce même cap, à l'embouchure du Gange, qui déterminait à-la-fois l'étendue de l'Europe et de l'Asie.

La carte qu'il consultait, lui donnait 70,000 stades d'intervalle à l'ouverture du compas, entre le cap *Sacrum* de l'Ibérie et l'embouchure du Gange; et comme la construction d'une carte décide seule de l'évaluation qu'il faut donner aux distances qu'elle offre, et que dans une carte plate, les degrés de longitude sont nécessairement toujours égaux; ces 70,000 stades ne pouvaient représenter que 100 degrés justes. Or, c'est à 36 minutes, 15 secondes près la distance précise que les observations modernes mettent entre l'une et l'autre de ces positions; car, selon les meilleures observations, l'embouchure orientale du Gange est à 99 degrés, 23 minutes, 45 secondes loin du cap Saint Vincent. Si l'on y ajoute les 36 minutes, 15 secondes de différence en moins, néces-

saires pour arriver à la distance indiquée par Eratosthenes, on aura les 100 degrès que présentait sa carte.

De même, pour l'intervalle compris entre le cap *Sacrum* et *Issus*, il trouvait 30,300 stades, qui valaient 43 degrés, 17 minutes, 8 secondes, à raison de 700 stades au degré; et c'est encore à 1 degré, 22 minutes, 52 secondes près, la longueur que nous lui connaissons aujourd'hui, puisque la distance entre le cap Saint-Vincent et Alexandrette, très-près de l'ancienne *Issus*, est de 44 degrés, 40 minutes, 0 secondes ; la différence entre cette mesure, et celle donnée en plus par Eratosthènes, est d'un degre, 22 minutes, 52 secondes, d'où il résulte la position à 43 degrés, 17 minutes, 8 secondes.

Il donnait donc ainsi des résultats justes, d'après des suppositions fausses ; car, en comptant 70,000 stades du cap *Sacrum* au Gange, il admettait plus du tiers de 200,000 stades qu'il donnait à ce parallèle; et dans la réalité, il y a moins du tiers de ce cercle, puisque cette étendue n'est que de 99 degrés, 23 minutes, 45 secondes.

Les très-anciens géographes avaient donc eu raison de mettre l'embouchure du Gange au 100me degré de longitude, à partir du cap *Sacrum*; mais Eratosthènes, faute de les entendre, avait tort de donner à cette étendue 126 degrés, 7 minutes, 34 secondes, résultant du nombre de 70,000 qu'il comptait, et qui en supposaient 555 dans le degré du cercle. S'il eût eu nos connaissances, il eût vu :

1°. Que l'embouchure du Gange n'était pas près

du 30me degré de latitude, comme il le supposait, mais seulement au 23me.

2°. Qu'à cette latitude, le degré du parallèle, qui est 52,514 toises, devait lui donner 641 stades $\frac{1}{14}$.

3°. Qu'au lieu de 70.000 stades qu'il comptait du cap *Sacrum* à l'embouchure orientale du Gange, il n'aurait dû en compter que 64.100;

4°. Le même principe lui eût donné la latitude d'Issus, à 36 degrés environ;

5°. Il eût vu qu'à cette latitude, le degré de longitude ne renferme que 46,154 toises, ou 20 lieues, 514 toises, ce qui lui aurait donné environ 31,223 stades, au lieu de 30,300;

6°. Mais, sur-tout, il eût vu qu'il ne devait pas tenir compte, dans toute cette carte, de la diminution qu'éprouvait le parallèle à la hauteur du 36me degré de latitude. Le fond d'exactitude de cette carte d'Eratosthènes, contraste trop avec l'usage qu'il en fit, pour que les connaissances que ce travail suppose, puissent appartenir à son siècle, ni à lui même; et cela se prouve, d'abord par l'erreur qu'on lui voit faire de la longueur du continent, comparée à sa circonférence du parallèle de Rhodes. De plus, parce qu'aucun des peuples qui existaient alors ne possédait assez de géographie astronomique, pour avoir pu déterminer, avec tant d'exactitude, les distances indiquées sur sa carte.

Car, si l'on compare ces travaux géographiques avec ceux du siècle dernier, on verra que ceux-ci étaient bien loin d'avoir, sur la longueur de la Méditerranée et sur la distance du Gange, des notions

qui approchassent de la justesse de celui qui se trouve sur la carte qu'Eratosthènes copiait, quoique ces espaces eussent été parcourus sans relâche, pendant plus de 1900 ans, depuis l'époque de la publication de cette carte. Nicolas Samson, en 1652, et Guillaume Samson, en 1668, comptaient encore du cap *Sacrum* à *Issus*, 60 degrés d'intervalle ; ce qui donnait à la Méditerranée une étendue de près d'un tiers de plus qu'elle n'a réellement. Ils plaçaient aussi l'embouchure du Gange à 125 degrés du cap *Sacrum*, et c'était 25 degrés de trop vers l'Orient, lesquels donnaient plus de 600 lieues d'erreur, en mesurant à l'ouverture du compas ; tandis que, dans la carte d'Ératosthènes, qui se trouve rectifiée dans l'ouvrage que j'analyse, l'erreur n'est que de 14 lieues, provenant vraisemblablement de ce que cet ancien, ou d'autres avant lui, avaient négligé quelques fractions, afin de fixer la somme des distances en nombres ronds.

On sait très-bien actuellement combien il est nécessaire d'avoir, pour fixer les longitudes des observations correspondantes de quelques phénomènes célestes, tels qu'une éclipse de soleil ou de satellites, pour croire qu'aucun des anciens peuples, dont nous avons l'histoire, aient pu s'en occuper ; et même, malgré les progrès de l'astronomie, la découverte des satellites de quelques planètes, et la perfection des instrumens, nous n'avons encore qu'un assez petit nombre de lieux déterminés avec une exactitude rigoureuse. A plus forte raison, les peuples de l'antiquité, venus à notre connaissance, n'ont-ils pu nous égaler dans ce genre de travail.

Pour s'en assurer, il suffira de jeter un coup-d'œil sur les principales nations qui occupaient alors les bords de la Méditerranée.

Les Phéniciens, il est vrai, avaient parcouru cette mer ; mais il est certain qu'ils n'ont jamais su de géographie astronomique ; et que deux siècles après Eratosthènes, ils n'avaient encore que des principes fort erronnés sur cette science ; car il est facile d'en juger, par les erreurs que Ptolémée relève dans les ouvrages et dans les cartes que Martin de Tyr avait composés.

On sait que les Egyptiens, avant l'invasion de Cambyse, sortaient peu de leur pays, et que depuis cette époque jusqu'à l'arrivée d'Alexandre, ils n'ont fait que perdre les connaissances anciennes qu'ils avaient pu recueillir.

Les Romains, occupés d'abord à soumettre l'Italie, n'ont commencé à construire des flottes que pour la première guerre punique qui précéda, de peu d'années, le tems où écrivait Eratosthènes ; ainsi ils ne pouvaient, par eux-mêmes, avoir aucune notion sur l'étendue de la Méditerranée.

Les Carthaginois n'étaient pas plus habiles que les Tyriens, à en juger par le Périple (1) qui nous reste de l'expédition d'Hannon. On y voit que cette nation commerçante n'employait pas les observations astronomiques dans ses voyages : d'ailleurs, si Eratosthènes

(1) Les Grecs appelaient ainsi tout voyage le long des côtes.

avait puisé chez eux quelques connaissances, il est probable qu'il n'aurait pas mis Carthage sous le méridien du détroit de Sicile; ou bien il faudrait convenir que les Carthaginois n'avaient aucune notion exacte, même sur les pays qui avoisinaient le leur.

Parmi les Grecs, si l'on excepte Pithéas, sur lequel je reviendrai bientôt, on n'en voit aucun qui se soit occupé de géographie astronomique, avant la fondation de l'école d'Alexandrie. Les descriptions géographiques les plus amples qu'ils eussent faites jusqu'alors n'étaient que des récits vagues, sur la disposition et l'étendue des différentes contrées; semblables à celui qu'Hérodote (liv. IV, §. 40, 45.) lisait aux jeux olimpiques de l'an 456, avant l'ère vulgaire. On y trouve le résultat des recherches qu'il avait faites dans ses voyages à Tyr, en Egypte, dans l'Asie mineure, où il venait de consulter les peuples qui avaient envoyé des colonies jusqu'aux extrêmités de l'Europe. On doit croire qu'Hérodote présentait à la Grèce assemblée, le corps de géographie le plus complet et le plus exact qu'il eût encore vu, et son ouvrage nous semble fixer, à cet égard, l'état des connaissances de son siècle. Cependant, on n'y découvre aucun principe, aucun élément, qui annonce la plus légère idée d'une observation, même sur les latitudes, et qui puisse aider à deviner comment il concevait l'arrangement des différentes parties du globe.

Hérodote fait une erreur étrange, en assurant, comme une chose très-connue alors, que l'Europe seule était plus longue que l'Asie et l'Afrique prises ensemble. Une pareille assertion, née et soutenue au

milieu des nations qui naviguaient le plus, fait assez voir qu'elles n'avaient encore aucune espèce de notions sur la distance que leurs vaisseaux devaient parcourir pour arriver à Gadès : qu'elles y allaient à peu-près, comme on va à la recherche d'un pays dont on ne fait que soupçonner l'existence.

Dans la suite, les Grecs parvinrent à rassembler quelques itinéraires semblables à celui de la marche d'Alexandre, qui n'avait à sa suite personne qui fût capable de faire une observation tant soit peu exacte. Ils eurent aussi des périples dans le genre de celui de Scylax, où les distances, le long des côtes, étaient estimées, tantôt en stades, tantôt en journées de navigation. Mais on conçoit combien ces méthodes étaient insuffisantes pour faire connaître la situation des pays, et pour en fixer les limites correspondantes aux cercles de la sphère.

Ces détails rapides doivent suffire, citoyens, pour démontrer qu'aucun des peuples qui naviguaient sur la Méditerranée, n'était en état de fournir des connaissances précises sur son étendue. Chacun d'eux, pris séparément, pouvait bien connaître quelques parties des rivages de cette mer; mais son ensemble leur était aussi impossible à saisir, qu'il l'était pour nous dans le dernier siècle, avant que nos astronomes fussent allés déterminer les bords de son bassin. Les distances particulières, données par Eratosthènes, peuvent être considérées comme le résultat des erreurs de ces divers peuples. C'est probablement lui qui aura arrangé les distances dans le cadre où celle du *cap Sacrum* à *Issus* était fixée, comme il aura disposé, d'après l'iti-

néraire d'Alexandre, les distances d'*Issus* aux portes Caspiennes et à l'*Indus*, sans rien changer à la position des bouches du Gange, qu'il trouvait également fixée sur quelque carte ou dans quelque ouvrage qui ont cessé d'être connus. Car il est remarquable que pas une des distances intermédiaires n'est exacte dans Eratosthènes, tandis que les grandes mesures sont ou peuvent être considérées comme justes. Il paraîtra sans doute, impossible de croire qu'en accumulant et en combinant les erreurs, le hasard ait produit des vérités; et sur-tout si l'on fait attention qu'elles n'ont pu appartenir qu'à une géographie aidée de tous les sécours de l'astronomie.

Ces connaissances, très-anciennes, n'étaient pas bornées à l'intérieur du continent: elles embrassaient, sans doute, le globe entier. Nous allons en indiquer des traces sur les côtes de l'Océan Atlantique. Celles de l'Europe, au-delà des colonnes d'Hercule, n'étaient connues d'Eratosthènes que par les écrits de Pythéas. Cet homme, né à Marseille, se vantait d'avoir parcouru toutes les contrées maritimes de l'Europe, depuis le Tanaïs jusqu'à *Thule*, sous le cercle polaire, entreprise inconcevable de la part d'un particulier qui paraît avoir joui d'une fortune médiocre, dans un siècle où les voyages étaient si pénibles et si coûteux; que Polybe, Dicéarque, Strabon, et d'autres, ont regardé le récit de Pythéas comme une fable grossière, quoiqu'ils n'eussent pas, contre les assertions renfermées dans ses récits, les preuves que nous allons leur opposer.

TRENTE-SEPTIÈME SÉANCE.

(11 *Germinal.*)

MATHÉMATIQUES.

LAPLACE, *Professeur.*

Pour bien connaître les propriétés des corps, on a d'abord fait abstraction de leurs propriétés particulières, et l'on n'a vu en eux, qu'une étendue figurée, mobile et impénétrable. On a fait encore abstraction de ces deux dernières propriétés générales, en considérant l'étendue simplement comme figurée. Les nombreux rapports qu'elle présente sous ce point de vue, sont l'objet de la géométrie. Enfin, par une abstraction encore plus grande, on n'a envisagé dans l'étendue, qu'une quantité susceptible d'accroissement et de diminution; c'est l'objet de la science des grandeurs en général, ou de l'arithmétique universelle, dont nous nous sommes occupés dans les leçons précédentes. Ensuite on a restitué successivement aux corps, les propriétés dont on les avait dépouillés; l'observation et l'expérience en ont fait connaître de nouvelles; et l'on a déterminé les nouveaux rapports qui naissaient de ces additions successives, en s'aidant toujours des rapports précédemment découverts. Ainsi, la mécanique, l'astronomie,

l'optique, et généralement toutes les sciences qui s'appuient à-la fois sur l'observation et le calcul, ont été créées et perfectionnées. Vous voyez par là que ces sciences diverses s'enchaînent les unes aux autres, et qu'elles ont une source commune dans la science des grandeurs, dont l'utile influence s'étend sur toute la philosophie naturelle. Cette méthode de décomposer les objets, et de les recomposer, pour en saisir parfaitement les rapports, se nomme *analyse*. L'esprit humain lui est redevable de tout ce qu'il sait avec précision sur la nature des choses.

L'étendue figurée dont je me propose de vous entretenir ici, n'existe qu'avec trois dimensions; mais pour la considérer suivant la méthode analytique, on commence par la dépouiller de deux de ces dimensions; et en la réduisant ainsi à une seule, on a l'idée de la *ligne*. Si, dans cette idée, on écarte tout rapport avec deux dimensions, on a l'idée de la *ligne droite*; car, quoiqu'une ligne courbe n'ait qu'une dimension, cependant l'idée de la courbure suppose nécessairement la considération de deux dimensions. L'extrêmité de la ligne forme le *point* qui est la dernière abstraction de l'entendement, dans la considération de l'étendue. La *surface* est l'étendue envisagée avec deux dimensions; et si, dans cette idée, on fait entièrement abstraction de la troisième, on a l'idée du *plan*. Enfin, l'étendue avec ses trois dimensions forme le solide.

La ligne droite est la plus courte de toutes celles que l'on peut mener d'un point à un autre.

Si deux droites se rencontrent en deux points,

elles se confondent; si elles ne se rencontrent que dans un point, elles forment un *angle* par leur inclinaison mutuelle.

Deux droites qui, prolongées à l'infini, de chaque côté, ne se rencontrent jamais, sont *parallèles*. Les perpendiculaires élevées sur l'une de ces lignes, et prolongées jusqu'à l'autre ligne, sont toutes égales. Les parallèles sont également inclinées sur une droite quelconque.

La démonstration de ces propositions fort simples, laisse peut-être quelque chose à desirer du côté de la rigueur; mais leur seul énoncé produit la conviction la plus entière. Il ne faut donc pas dans l'enseignement, insister sur ce qui peut manquer encore à la rigueur des preuves que l'on en donne, et l'on doit abandonner cette discussion aux métaphysiciens géomètres, du moins, jusqu'à ce qu'elle ait été suffisamment éclaircie, pour ne laisser aucun nuage dans l'esprit des commençans. Les sciences même les plus exactes renferment quelques principes généraux que l'on saisit par une sorte d'instinct qui ne permet pas d'en douter, et auquel il est bon de se livrer d'abord. Après les avoir suivis dans toutes leurs conséquences, et s'être fortifié l'esprit par un long exercice dans l'art de raisonner; on peut, sans danger, revenir sur ces principes qui se présentent alors dans un plus grand jour; et l'on risque moins de s'égarer, en cherchant à les démontrer avec rigueur. Si l'on insiste trop en commençant, sur l'exactitude de leurs démonstrations, il est à craindre que de vaines subtilités ne produisent de fausses idées, qu'il est très-difficile ensuite de

rectifier. Malheureusement, les exemples de personnes égarées pour toujours, par ces subtilités, ne sont pas rares. Cependant, on ne peut se dispenser d'une extrême rigueur, dans l'enseignement de la géométrie, que, relativement aux premières propositions sur la ligne droite et les parallèles ; tout le reste doit être démontré de la manière la plus rigoureuse : car, s'il est utile d'écarter les subtilités d'une fausse métaphysique, il importe également d'accoutumer l'esprit à n'accorder une entière confiance qu'aux choses parfaitement prouvées; et rien n'est plus propre à remplir ce double objet, que les démonstrations exactes et sensibles de la géométrie.

L'uniformité de la courbure de la circonférence en fait la mesure la plus naturelle des angles. En supposant le sommet d'un angle, au centre d'un cercle dont le rayon représente l'unité, cet angle peut être pris pour l'arc même, intercepté entre ses côtés. Il n'est pas même nécessaire que le sommet de l'angle soit au centre, pour que la circonférence puisse lui servir de mesure. En vertu d'une propriété remarquable du cercle, quelle que soit la position de ce sommet, l'angle sera toujours mesuré par la demi-somme de deux arcs compris entre ses côtés prolongés, si cela est nécessaire, l'arc convexe vers le sommet étant pris négativement.

L'égalité de la somme des trois angles, à deux angles droits, est un des résultats les plus utiles de la géométrie élémentaire. En général, dans un polygone quelconque, qui n'a point d'angles rentrans, la somme de tous les angles intérieurs, est égale à deux fois autant d'angles

droits, que le polygone de côtés, moins quatre angles droits.

Une des parties les plus importantes des élémens, est la théorie des lignes proportionnelles. Cette théorie est fondée sur la proposition suivante : *Une droite, menée parallèlement à la base d'un triangle, divise ses côtés, en parties proportionnelles.* Il est facile de la démontrer, quand un des côtés et sa partie sont commensurables; car si l'on porte la commune mesure sur ce côté, et si par les extrêmités de toutes les divisions, on mène des parallèles à la base, on prouve aisément qu'elles divisent le second côté, dans le même nombre de parties égales; et qu'ainsi, l'une quelconque de ces parallèles, partage les deux côtés en parties proportionnelles. Si le côté et sa partie sont incommensurables, nommons A et a, les deux côtés du triangle; B et b, leurs parties retranchées par la parallèle à la base. Si l'on conçoit le côté A, divisé dans un nombre n de parties égales, et si l'on porte une de ces parties sur B, elle y sera contenue un certain nombre de fois, avec un reste, que je désigne par R. En menant donc par l'extrêmité de B—R, une droite parallèle à la base, elle retranchera du côté a, une partie $b-r$, telle que $\frac{b-r}{a}=\frac{B-R}{A}$; d'où l'on tire

$$\frac{B}{A}-\frac{b}{a}=\frac{R}{A}-\frac{r}{a}.$$

Le nombre n pouvant être augmenté à volonté, les restes R et r peuvent être diminués à l'infini; la différence $\frac{B}{A}-\frac{b}{a}$ est donc plus petite qu'aucune

l'autre sont commensurables ; si elles sont incommensurables, on le prouvera par un raisonnement analogue à celui que nous avons employé relativement aux lignes proportionnelles.

Un parallélograme est égal en surface, au rectangle de même base et de même hauteur. La surface d'un triangle est la moitié du produit de sa base par sa hauteur. Les surfaces des figures semblables sont entr'elles comme les quarrés de leurs lignes homologues. Le quarré formé sur l'hypoténuse d'un triangle rectangle est égal à la somme des quarrés formés sur ses côtés. Si, d'un point fixe, on mène à la circonférence d'un cercle, une droite indéfinie, le produit des deux parties de cette droite, comprise entre le point fixe et chacun des points où elle rencontre la circonférence, est toujours le même, quelle que soit la position de la droite, pourvu qu'elle passe par le point fixe ; ce qui fournit divers procédés pour trouver une moyenne proportionnelle entre deux lignes données. Je ne fais que vous rappeler ces théorêmes qui vous sont bien connus ; mais je dois observer que la belle propriété des triangles rectangles et celle des triangles semblables, sont les principaux résultats que l'analyse emprunte de la géométrie, dans ses applications.

La surface d'un polygone quelconque circonscrit au cercle, est la moitié du produit du rayon par le contour du polygone ; d'où il suit que les surfaces des polygones circonscrits, sont entr'elles comme leurs périmètres. Il en résulte encore que la surface du cercle est le produit du rayon par la demi-circonférence ; mais ce passage du polygone au cercle, mérite une at-

tention

tention particulière. Il est visible que plus on multiplie les côtés du poligone circonscrit, plus son périmètre approche en longueur, de la circonférence, plus sa surface approche de celle du cercle. Ainsi le produit du rayon par le demi-contour des poligones successifs, a pour limite le produit du rayon par la demi-circonférence, puisqu'il en approche sans cesse, et qu'il peut en différer moins que d'aucune grandeur donnée. La surface de ces poligones a pareillement la surface du cercle pour limite : or il est évident que les deux limites d'une grandeur et de son expression doivent être égales entr'elles ; c'est en cela que consiste le second principe fondamental de la théorie des limites, principe qui peut s'énoncer ainsi : *La limite de l'expression d'une suite de grandeurs, est l'expression de la limite de ces grandeurs* ; la surface du cercle est donc égale au produit du rayon par la demi-circonférence.

La méthode des limites sert de base au calcul infinitésimal. Pour faciliter l'intelligence de ce calcul, il est utile d'en faire remarquer les premiers germes, dans les vérités élémentaires qu'il convient toujours de démontrer suivant les méthodes les plus générales. On donne ainsi à-la-fois, aux élèves, des connaissances, et la méthode pour en acquérir de nouvelles. En continuant de s'instruire, ils ne font que suivre la route qui leur a été tracée, et dans laquelle ils ont contracté l'habitude de marcher ; et la carrière des sciences leur devient beaucoup moins pénible. D'ailleurs, le système des connaissances liées entr'elles par une méthode uniforme, peut mieux se conserver et s'étendre. Préférez donc, dans l'enseignement, les méthodes générales,

attachez vous à les présenter de la manière la plus simple; et vous verrez en même tems, qu'elles sont presque toujours les plus faciles.

Toutes les tentatives que l'on a faites pour déterminer le rapport de la circonférence au diamètre, ont eté infructueuses : on est parvenu à s'assurer qu'il est irrationel; mais ce rapport est maintenant connu avec une précision beaucoup plus grande que ne l'exigent nos besoins, ensorte que le rapport rigoureux n'est qu'un objet de curiosité. Pour en avoir la valeur approchée, on a inscrit et circonscrit au cercle des polygones réguliers, en doublant continuellement leurs côtés, et en déduisant les contours de ces polygones, successivement les uns des autres, ce qui peut se faire par des procédés fort simples. On est ainsi parvenu à deux polygones inscrits et circonscrits, dont les contours différaient très-peu de la circonférence et la comprenoient entr'eux. Archimède a trouvé de cette manière, au moyen de deux polygones de 96 côtés, que le rapport de la circonférence au diamètre n'était, ni plus grand que $3\frac{10}{70}$, ni moindre que $3\frac{10}{71}$, ensorte qu'il est fort approchant de celui de 22 à 7, et ce rapport suffit aux besoins des arts. Le rapport plus approché de 355 à 113, suffit dans tous les cas.

Par une propriété remarquable, le cercle est de toutes les figures qui ont le même périmètre, celle qui renferme le plus grand espace.

La considération de la ligne droite et de la circonférence, donne lieu à beaucoup de problêmes très-piquans, dont on peut trouver des solutions fort élégantes; un choix bien fait de ces problêmes que

l'on proposerait à résoudre aux élèves, exercerait leur esprit d'une manière utile, et graverait dans leur mémoire, les propositions les plus intéressantes de la géométrie.

Si l'on en croit plusieurs historiens de l'antiquité, la géométrie doit sa naissance à l'arpentage ; mais il est plus vraisemblable que les besoins des arts ont fait découvrir les diverses propositions géométriques qui leur sont relatives. et que l'ensemble de ces propositions étendues et multipliées par les spéculations des philosophes, a formé la géométrie. La méthode qui se présente le plus naturellement pour mesurer la surface d'un grand terrain, consiste à le dessiner en petit, et à évaluer la surface du petit poligone en la réduisant à un quarré, ce qui est facile ; en multipliant ensuite cette surface, par le quarré du rapport de deux lignes homologues dans le grand et dans le petit polygone, on a la surface du plus grand; mais on peut l'obtenir avec plus de précision, sans recourir à la considération des polygones semblables.

La figure dont on veut avoir la surface, peut toujours être partagée en triangles; la mesure de leurs côtés donnera leur surface, au moyen de ce théorême : *La surface d'un triangle est égale à la racine quarrée du produit de ces quatre lignes; la demi-somme des côtés, et la différence de cette demi somme, à chacun d'eux.* Il serait très-pénible, et souvent impossible, de mesurer chacun des côtés de ces triangles; mais leur longueur étant déterminée par les mesures d'une base et des angles que font avec cette base, les rayons visuels

de leurs extrêmités observées des extrêmités de la base, il ne s'agit que d'avoir le rapport de cette longueur à ces mesures ; et il est aisé de voir que ce problême se réduit à déterminer dans un triangle, les angles et les côtés, lorsque parmi ces six grandeurs, on en connaît assez pour que les autres soient déterminées. La solution de ce problême est l'objet de cette branche de la géométrie, que l'on a nommée *trigonométrie*, et dont l'analyse même a su tirer de grands avantages.

Si l'on conçoit un triangle inscrit dans un cercle, les côtés du triangle seront les cordes des arcs dont les moitiés mesurent les angles opposés; une table qui donnerait en parties du rayon, les longueurs des cordes correspondantes à tous les arcs, depuis zéro jusqu'à la circonférence, ferait donc connaître les rapports des côtés du triangle, au moyen de ses angles, et réciproquement. C'est ainsi que l'on a, pendant long-tems, envisagé cet objet; mais, puisque les angles du triangle inscrit n'ont pour mesure que la moitié des arcs compris entre leurs côtés, il paraît plus simple de faire correspondre aux arcs, dans les tables, les cordes des arcs doubles; et pour ne pas considérer deux systêmes d'arcs, au lieu de ces cordes, on peut n'employer que leurs moitiés qui se déterminent, en abbaissant une perpendiculaire de l'extrêmité d'un arc simple, sur le diamètre qui passe par l'autre extrêmité.

Les tables actuelles sont fondées sur ces considérations; et ce changement qui paraît être peu de chose

en lui-même, est cependant d'une grande importance soit dans la géométrie, soit dans l'analyse.

La perpendiculaire dont je viens de parler, se nomme *sinus* de l'arc ; le *cosinus* est la partie du diamètre, comprise entre le centre et le sinus ; c'est le sinus du complément de l'arc au quart de la circonférence. On a encore introduit dans la trigonométrie, la considération des tangentes, qui simplifie souvent les calculs. La *tangente* d'un arc est la droite qui touche une des extrêmités de l'arc, et qui se termine à la rencontre du prolongement du rayon mené par l'autre extrêmité. La *sécante* de l'arc, est le rayon ainsi prolongé. Les *cotangentes* et les *cosécantes* sont les tangentes et les sécantes du complément de l'arc au quart de la circonférence. Toutes ces grandeurs sont supposées divisées par le rayon que l'on prend pour unité ; en sorte qu'elles sont des nombres abstraits. Il est facile de voir que la tangente est le rapport du sinus au cosinus, et que la sécante est l'unité divisée par le cosinus.

Le signe de ces diverses grandeurs mérite une attention particulière. Le sinus d'un arc est positif, depuis zéro jusqu'à la demi-circonférence : le cosinus devient négatif, ou prend une position contraire, quand l'arc surpasse le quart de la circonférence. Si l'arc devient négatif, son sinus change de signe, et son cosinus reste le même. Ainsi les résultats relatifs aux angles aigus, s'appliquent aux angles obtus, en y changeant le signe de leurs cosinus ; les résultats relatifs à la somme des deux angles, s'étendent à leur

différence, en faisant un des angles négatifs, et en changeant le signe de son sinus.

Quoiqu'un angle ne puisse jamais surpasser deux angles droits, cependant les géomètres qui cherchent toujours à s'élever aux plus grandes généralités, ont considéré les arcs mesures des angles, comme pouvant surpasser la demi circonférence, et même un nombre quelconque de circonférences.

Au-delà de la demi circonférence, les sinus tombent au-dessous du diamètre qui passe par la première extrêmité de l'arc; ils redeviennent nuls, quand l'arc devient égal à la circonférence; ensuite, ils sont positifs, et les mêmes que dans la première moitié de la circonférence. Il suit de-là que le sinus d'un arc ne change point, lorsque l'arc augmente d'un nombre quelconque de circonférences; il ne fait que changer de signe, lorsque l'arc augmente d'un nombre impair de demi-circonférences; enfin, il est le même que le sinus d'un nombre impair de demi circonférences, moins cet arc. Ainsi, à un même sinus, répondent une infinité d'arcs différens; l'équation entre l'arc et le sinus doit par conséquent donner pour l'arc une infinité de valeurs; elle n'est donc pas algébrique. Nous donnerons, dans la suite, cette équation décomposée dans ses facteurs simples.

Le cosinus d'un arc est positif dans le premier quart de la circonférence, et négatif dans le second quart; il ne change point, quand l'arc augmente d'un nombre quelconque de circonférences; il ne fait que changer de signe, quand l'arc augmente d'un nombre impair de circonférences.

Le théorême fondamental de la théorie des sinus, consiste en ce que *le sinus de la somme de deux angles, est égal au produit du sinus du premier, par le cosinus du second; plus au produit du sinus second, par le cosinus du premier*. Si l'on fait dans ce théorême, le second angle négatif, il donne le sinus de la différence de deux angles; si l'on augmente d'un angle droit, le premier angle, il donne le cosinus de la somme ou de la différence de deux angles. Ces divers résultats qui se déduisent d'un seul théorême, par un changement convenable dans le signe des grandeurs, et qu'il est facile de démontrer d'une manière directe, sont très propres à faire comprendre la nature et les usages des quantités négatives.

On peut, au moyen de ces résultats, déterminer successivement les sinus et les cosinus des angles multiples de la dix-millième partie de l'angle droit, quand on a ceux de ce petit angle, que l'on obtiendra de cette manière. La tangente de la moitié de l'angle droit, est égale à l'unité; or la tangente de la moitié d'un angle, est le quotient de la division de la tangente de l'angle, par l'unité plus la racine quarrée du quarré de la tangente augmenté de l'unité; on aura donc, par une suite de divisions successives, la tangente du quart, du huitième, etc. de l'angle droit; et l'on parviendra ainsi à la tangente d'un angle très-petit. En observant ensuite que les tangentes de très-petits angles, sont à fort peu-près proportionnelles à leurs arcs, on aura la tangente du dix-millième de l'angle droit, et cette tangente pourra être prise pour le sinus du même angle. On aura son cosinus, en

extrayant la racine quarrée de la différence du quarré du sinus à l'unité.

C'est par de semblables procédés, que les premières tables de sinus et de cosinus, ont été construites; il a suffi de les étendre jusqu'à la moitié de l'angle droit, parce que le sinus et le cosinus d'un angle, sont les mêmes que le cosinus et le sinus de son complément.

Depuis l'invention des logarithmes, les tables ne renferment que les logarithmes des sinus, cosinus, tangentes, etc.; car l'avantage de cette heureuse découverte se fait principalement sentir dans l'emploi de ces quantités, et la première table de logarithmes construite par Neper, leur était relative.

Les tables trigonométriques ne s'étendent que depuis zéro jusqu'à l'angle droit, parce qu'au-delà, les sinus, cosinus, etc. redeviennent les mêmes au signe près. Il est donc naturel de regarder cet intervalle, comme l'unité des angles, ainsi que le rayon est considéré comme l'unité des sinus; or, il est avantageux, dans notre système arithmétique, de diviser toutes les unités, en parties décimales; l'angle doit donc être divisé de la même manière. Déjà, l'on avoit substitué la division décimale du rayon, à la division sexagésimale que les anciens avaient adoptée pour le rayon et les angles; mais on conservait la seconde de ces divisions. Dans le nouveau systême des poids et mesures, la division décimale a été étendue aux angles eux-mêmes; et c'est sur ce partage si naturel de l'angle droit, qu'est fondé le choix du *mètre* qui est la

dix-millionième partie de l'angle droit mesuré par le quart du méridien terrestre.

La résolution des triangles rectilignes est très-facile, au moyen des tables dont je viens de parler. Si l'on connaît un côté et les deux angles adjacens, on a le troisième angle, en retranchant de deux angles droits, la somme des deux angles donnés ; on a ensuite les autres côtés, en observant que les sinus des angles sont proportionnels aux côtés opposés.

Si l'on connaît deux côtés et l'angle compris, on a la somme des deux autres angles, en retranchant l'angle connu, de deux angles droits ; on a leur différence par cette proportion : la somme des deux côtés connus est à leur différence, comme la tangente de la demi-somme des angles opposés à ces côtés, est à la tangente de leur demi-différence.

Si l'on connaît les trois côtés du triangle, on a les angles par cette proportion ; le produit des deux côtés qui comprennent un angle, est au produit des deux restes que l'on obtient, en retranchant chacun de ces côtés, de la demi-somme des trois côtés ; comme l'unité, est au quarré du sinus de la moitié de l'angle compris entre les deux côtés.

Considérons présentement l'étendue avec ses trois dimensions. La rencontre des plans forme les angles solides des polyèdres, comme la rencontre des lignes forme les angles des polygones. Deux plans qui se rencontrent, se coupent suivant une droite; leur inclinaison mutuelle se mesure par l'angle que forment deux perpendiculaires menées dans chacun d'eux, d'un même point de leur intersection commune.

deurdonnée; le rapport de la tranche, au prisme droit de même base et de même hauteur, approche donc sans cesse de l'unité; or ce rapport est évidemment le même que celui du prisme oblique entier, au prisme droit de même base et de même hauteur, quel que soit le nombre des tranches; ce dernier rapport diffère donc de l'unité, moins que d'aucune grandeur donnée; il est donc égal à l'unité, ou ce qui revient au même, le prisme oblique est égal au prisme droit, de même base et de même hauteur.

C'est sur de pareilles considérations que sont fondées les applications du calcul infinitésimal, comme on le verra dans la suite; on y néglige les quantités formées de deux dimensions qui diminuent sans cesse, relativement à celles qui n'ont qu'une semblable dimension; mais pour faire sentir la justesse de ces omissions, et pour montrer qu'elles ne nuisent point à l'exactitude des résultats, il est bon de donner plus de développement aux démonstrations de ce genre, dans les élémens de géométrie.

Concevons donc que par les trois angles de la base supérieure d'une des tranches du prisme, on abaisse t ois perpendiculaires sur sa base inférieure, et que l'on fasse passer trois plans par ces perpendiculaires prises deux à deux; on formera un prisme droit triangulaire, qui sera égal au produit de la base de la tranche, par sa hauteur. On formera ensuite trois solides, dont la somme sera évidemment moindre que la différence entre le prisme droit et la tranche. Chacun de ces solides est plus petit qu'un prisme droit de même base et de même hauteur; chaque base est un parallè-

logramme dont la longueur est le côté correspondant de la base de la tranche, et dont la largeur est moindre que l'arrête de la tranche; la somme des trois solides est donc moindre que le produit des contours de la base de la tranche, par son arrête et par sa hauteur; la différence de la tranche, au prisme droit de même base et de même hauteur, est donc moindre que ce produit, et parconséquent, la différence entière de la somme de toutes les tranches, ou du prisme oblique, au prisme droit de même base et de même hauteur, est moindre que le produit de la hauteur du prisme, par le contour de sa base, et par l'arrête d'une de ses tranches. En multipliant le nombre des tranches, on voit que cette différence peut être supposée moindre qu'aucune grandeur donnée; elle est donc nulle. Ainsi, le prisme triangulaire est égal au produit de sa base par sa hauteur, et il est facile d'en conclure que cela est également vrai pour un prisme quelconque, et pour le cylindre.

Une pyramide est droite, lorsque sa base est un polygone régulier, dont le centre et le sommet de la pyramide sont sur une perpendiculaire à cette base. La surface d'une semblable pyramide, sans y comprendre sa base, est le produit du contour de la base, par la perpendiculaire menée du sommet sur un de ses côtés; d'où il suit que la surface du cône droit, est le produit de son côté par la circonférence de sa base.

Deux pyramides triangulaires de même base et de même hauteur, sont égales en solidité. Pour le faire voir, concevons les deux pyramides sur un même

plan, et partagées en tranches de même hauteur, par des plans parallèles à la base : il est facile de prouver que les sections seront respectivement égales en surface. Si l'on abaisse de chaque angle de la base supérieure d'une tranche de l'une des pyramides, trois perpendiculaires sur la base inférieure, on formera un prisme droit triangulaire, et trois solides, dont la somme sera moindre que la différence entre la tranche et le prisme. La somme de ces trois solides est moindre que le produit du contour de la base inférieure de la tranche, par sa hauteur et par la plus grande de ses arrêtes; la différence entre le prisme et la tranche est donc moindre que le produit du contour de la base de la pyramide, par la plus grande arrête de la tranche et par sa hauteur. En considérant pareillement la tranche correspondante dans la seconde pyramide, on voit que la différence entre le prisme droit qui lui correspond, et cette tranche, est moindre que le produit du contour de la base de cette seconde pyramide, par la hauteur de la tranche et par la plus grande de ses arrêtes : or, les deux prismes droits sont égaux dans les deux pyramides, puisqu'ils ont même base et même hauteur; donc la différence des tranches correspondantes dans les deux pyramides, est moindre que le produit de la somme de contours des bases des pyramides, par la hauteur des tranches, et par la plus grande arrête des mêmes tranches : la différence entière des deux pyramides, est parconséquent, moindre que le produit de leur hauteur par la somme des contours de leurs bases, et par la plus grande arrête de leurs tranches : or, le nombre des tranches

pouvant augmenter à l'infini, cette différence peut être supposée moindre qu'aucune grandeur donnée ; elle est donc nulle, et les deux pyramides sont égales au solidité.

Il est facile d'en conclure par la décomposition du prisme triangulaire, en trois pyramides triangulaires, qu'une pyramide triangulaire est le tiers du produit de sa base par sa hauteur, et que cela est généralement vrai pour une pyramide quelconque et pour un cône.

Si d'un point fixe quelconque, on mène des droites à tous les angles d'un polyèdre, et qu'on les prolonge proportionnellement à leur longueur ; en faisant passer des plans, par les extrêmités de ces droites, on formera un nouveau polyèdre semblable au premier. Deux points situés sur une droite passant par le point fixe, et à des distances de ce point, proportionnelles aux côtés homologues des deux polyèdres, seront semblablement placés, relativement à chacun d'eux ; deux lignes terminées par des points semblablement placées, seront elles-mêmes semblablement placées ; deux surfaces planes, terminées par des lignes semblablement placées, seront semblablement placées ; enfin, deux solides terminés par des plans semblablement placés, seront placés semblablement.

Les lignes semblablement placées sont proportionnelles aux arrêtes homologues de deux polyèdres semblables ; les surfaces semblablement placées sont proportionnelles aux quarrés des lignes homologues ; les solides semblablement placés sont proportionnels aux cubes des mêmes lignes.

Quelle que soit la nature du polyèdre, il existe entre les nombres de ses angles solides, de ses faces et de ses arrêtes, un rapport remarquable. Si l'on nomme a, b, c, ces trois nombres, on a généralement $a+b=c+2$.

La surface d'un segment sphérique, sans y comprendre sa base, est égale au produit de sa hauteur par la circonférence d'un grand cercle de la sphère. Pour le faire voir, imaginons le segment partagé dans un nombre quelconque de tranches de même hauteur, par des plans parallèles à sa base. Concevons de plus, une suite de troncs de cônes droits de même épaisseur que ces tranches, et dont la surface touche celle des tranches, dans leur circonférence moyenne. Il est facile de s'assurer que la surface de chaque tronc de cône, est le produit de sa hauteur, par la circonférence d'un grand cercle de la sphère; la somme de ces surfaces est donc égale au produit de la hauteur du segment par cette circonférence: or, en multipliant le nombre des tranches, cette somme approche sans cesse de la surface du segment, et elle peut en différer moins que d'aucune grandeur donnée; ainsi la surface de segment sphérique, est le produit de sa hauteur par la circonférence d'un grand cercle; d'où il suit que la surface entière de la sphère est le produit de son diamètre par sa circonférence : elle est quadruple de sa surface d'un de ses grands cercles, et la même que la surface extérieure du cylindre circonscrit; et si l'on a égard aux bases du cylindre, la surface entière du cylindre est à celle de la sphère, comme 3 est à 2.

Un polyèdre circonscrit à la sphère, peut être partagé

tagé dans autant de pyramides, qu'il a de faces, le sommet de ces pyramides étant au centre de la sphère. La hauteur de toutes ces pyramides est la même et égale au rayon; la solidité du polyèdre est donc le tiers du produit de sa surface par le rayon; d'où il suit par la théorie des limites que cela s'étend à la sphère, dont la solidité est par conséquent à celle du cylindre circonscrit, comme 2 est à 3, ou en raison des surfaces de ces corps.

Ces beaux théorêmes dus à Archimède, sont l'un des plus précieux monumens de l'antiquité. Leur connaissance étant aujourd'hui devenue familière, on remarque peu la difficulté que présentait alors la comparaison des surfaces convexes avec les surfaces planes; cette comparaison est le germe des découvertes qui ont été faites depuis, dans la géométrie des courbes et des surfaces.

Le rapport trouvé par Archimède, entre les surfaces et les solidités de la sphère et du cylindre consrit, s'étend au cône, et généralement à tous les corps circonscrits à la sphère; les solidités de tous ces corps sont comme leurs surfaces; ce qui donne un moyen simple d'avoir la surface d'un cône droit coupé par un plan quelconque.

Le rayon de la sphère étant pris pour unité, sa surface équivaut à deux circonférences, ou à huit angles droits. Cette comparaison d'une surface à un angle, ne présente aucune difficulté, si l'on considère que la surface doit être divisée par le quarré du rayon pris pour unité, et que l'angle est l'arc compris entre ses côtés, divisé par le rayon; la surface et l'arc devien-

nent ainsi des nombres abstraits, et conséquemment comparables.

La surface d'un polygone sphérique, qui n'a point d'angles rentrans, est égale à l'excès de la somme de ses angles intérieurs, sur deux fois autant d'angles droits, que le polygone a de côtés, moins quatre angles droits. On suppose les côtés du polygone formés par des arcs de grands cercles, qui sur la sphère sont toujours les plus courtes lignes entre leurs points extrêmes.

Ce théorême donne une solution fort simple du problême qui consiste à déterminer en combien de manières on peut couvrir la surface d'une sphère avec des polygones égaux et réguliers. Ce problême dépendant de l'analyse indéterminée, va nous fournir une application de cette analyse dont je ne vous ai donné qu'une idée très-succincte.

Soit x le nombre des côtés d'un des polygones réguliers qui recouvrent la sphère; y, le nombre des angles qui s'assemblent autour d'un même point, et z le nombre des polygones. La surface de chaque polygone sera $\frac{8.A}{z}$; A exprimant l'angle droit : mais cette surface est égale à l'excès de la somme de ses angles intérieurs, sur $2(x-2).A$;

la somme de ces angles est donc $\frac{8A}{z} + 2.(x-2).A$;

ainsi chaque angle intérieur est égal à

$$\frac{8A}{8z} + \frac{2(x-2).A}{x};$$

la somme des angles, qui s'assemblent autour d'un

même point, est conséquemment égale à

$$\frac{8 . y . A}{xz} + \frac{2 (x - 2) . y . A}{x};$$

mais cette somme vaut quatre angles droits ; on a donc

$$(x - 2) . yz + 4y = 2xz;$$

équation indéterminée, dans laquelle x, y et z, sont des nombres entiers positifs, qui ne peuvent pas être plus petits que trois. Quoique cette équation renferme trois variables, on va voir cependant qu'elle ne peut être satisfaite que de huit manières. Elle peut se changer dans celle-ci :

$$z = \frac{4y}{2x - y . (x - 2)}$$

Le dénominateur de cette fraction ne peut être négatif ; x ne doit donc pas surpasser $2 + \frac{4}{y - 2}$; et par conséquent il ne peut pas excéder six. En le supposant égal à trois on a

$$z = \frac{4y}{6 - y};$$

Si l'on fait dans cette équation, $y = 3$, on a $z = 4$; si l'on fait $y = 4$, on a $z = 8$; si l'on fait $y = 5$, on a $z = 20$; enfin, si l'on fait $y = 6$, on a z infini. Ainsi, l'on peut recouvrir la sphère avec quatre, ou huit, ou vingt, ou une infinité de triangles équilatéraux.

Supposons $x = 4$, nous aurons

$$z = \frac{2y}{4 - y};$$

Si l'on fait $y=3$, on a $z=6$; si l'on fait $y=4$, z devient infini; on peut donc recouvrir la sphère avec quatre, ou une infinité de polygones réguliers de quatre côtés.

Supposons $x=5$, nous aurons

$$z=\frac{4y}{10-3y};$$

Si l'on fait $y=3$, on a $z=12$; on ne peut donc couvrir la sphère que d'une manière avec des polygones réguliers de cinq côtés.

Supposons enfin, $x=6$, nous aurons

$$z=\frac{y}{3-y};$$

Si l'on fait $y=3$, z devient infini; on ne peut donc couvrir la sphère que d'une manière avec des polygones réguliers de six côtés, en les prenant en nombre infini.

Si l'on ne considère que des polygones finis, on voit que la sphère ne peut être recouverte avec des polygones égaux et réguliers, que de cinq manières, savoir; de trois manières avec des triangles, d'une manière avec des polygones de quatre côtés, et d'une manière avec des polygones de cinq côtés.

Si l'on considère les polygones infiniment petits, on a encore trois manières de recouvrir la sphère, savoir; avec des triangles, des quarrés et des hexagones. Or, si l'on suppose le rayon de la sphère infini, une partie finie de la surface se confond avec un plan; on ne peut donc recouvrir que des trois

manières précédentes, une surface plane, avec des polygones égaux et réguliers.

Il suit de ce qui précède, qu'il ne peut y avoir que cinq polyèdres réguliers, savoir : le tétraèdre, le cube, l'octaèdre, le dodécaèdre et l'icosaèdre; le premier, le troisième et le cinquième de ces corps, ayant des faces triangulaires, les faces des deux autres étant des quarrés et des pentagones. En effet, les faces d'un polyèdre régulier devant être des polygones égaux, réguliers, et également inclinés les uns aux autres, il est clair que ce polyèdre peut être circonscrit à une sphère dont le centre est au point de concours des perpendiculaires élevées du centre de chaque face sur son plan. Si l'on conçoit des rayons menés de ce centre à tous les angles du polyèdre, ils marqueront sur la sphère les angles des polygones réguliers correspondans à chaque face; il doit donc y avoir autant de corps réguliers, qu'il y a de manières possibles de recouvrir une sphère avec des polygones égaux et réguliers.

Les polyèdres qui répondent à l'infinité des petits polygones réguliers qui peuvent recouvrir la surface de la sphère, se confondent avec la sphère elle-même, que l'on peut, sous ce point de vue, considérer comme un polyèdre régulier d'une infinité de faces.

La trigonométrie sphérique a pour objet la détermination des angles et des côtés d'un triangle sphérique, quand on connaît trois de ces six quantités. Si l'on conçoit des droites menées du centre de la sphère, aux angles d'un triangle, et si l'on coupe ces droites par un plan quelconque, on formera une

pyramide triangulaire ; les côtés du triangle sphérique seront les mesures des angles plans qui, par leur réunion, forment l'angle solide du sommet de la pyramide ; les angles de ce triangle sphérique sont les inclinaisons mutuelles des plans qui concourent à ce sommet. Ainsi, la considération des pyramides triangulaires pouvait donner naissance à la trigonométrie sphérique ; mais cette science doit son origine à l'astronomie, où elle est d'une nécessité indispensable ; car l'observateur projette sans cesse les astres, sur la surface d'une sphère indéfinie dont il se fait le centre.

Les angles et les côtés d'un triangle sphérique étant de même nature, il paraît plus naturel de chercher directement leurs rapports, que de les déterminer au moyen de leurs sinus et cosinus : mais les équations, entre les arcs et les angles, sont transcendantes et fort compliquées ; au lieu que les relations entre leurs sinus, sont algébriques et fort simples.

Toute la trigonométrie sphérique n'est que le développement de ces deux propositions fondamentales :

Dans tout triangle sphérique, les sinus des angles sont proportionnels aux sinus des côtés opposés.

Le cosinus d'un côté est égal au produit des cosinus des deux autres côtés, plus au produit de leurs sinus, multiplié par le cosinus de l'angle qu'ils comprennent.

Je vous engage à lire sur cet objet un excellent mémoire d'Euler, inséré parmi ceux de l'académie des sciences de Pétersbourg, pour l'année 1779. Ce mémoire, quoique très-court, est un traité complet de trigonométrie sphérique.

PHYSIQUE.

HAUY, *Professeur.*

Les propriétés des corps que nous avons parcourues jusqu'ici sont ou générales pour tous ces corps, ou du moins communes à un certain nombre d'entr'eux ; et si nous les avons considérées plus spécialement, par rapport à quelques substances, c'est parce que leurs effets y étaient plus sensibles, ou accompagnés de circonstances plus dignes d'attention.

Nous allons maintenant reprendre successivement certains corps ou certains agens particuliers qui ont une influence remarquable dans les phénomènes de la nature.

Le premier de ces corps est l'air atmosphérique. Ici un intérêt personnel se mêle à celui que la science inspire par elle-même, pour nous solliciter vers l'étude de ce fluide, au milieu duquel nous sommes continuellement plongés, qui agit sur nous de tant de manières différentes, et auquel nous sommes redevables à-la-fois et de la conservation de notre vie, et de ce qui en fait un des principaux agrémens, puisque c'est à lui que nous confions d'abord nos pensées, pour les transmettre a nos semblables avec la parole qui en est le signe.

Toutes les connaissances relatives à la composition intime de l'air si long-tems regardé comme une subs-

tance simple, sont du ressort de la chimie. Nous ne l'envisagerons que dans son état naturel, et nous ramènerons à trois points de vue, ce que nous avons à en dire. Le premier nous offrira les propriétés dont il jouit le plus constamment, telles que sa pesanteur et son élasticité : le second comprendra celles qui résultent de sa dilatation par une surabondance de calorique et de son union avec l'eau dont il est le dissolvant. Le troisième a pour objet, ce mouvement particulier de vibration, à l'aide duquel l'air devient le véhicule du son.

Galilée, dont le nom se présente comme de lui-même toutes les fois qu'il s'agit des premières recherches sur la pesanteur, avait vérifié celle de l'air, qui était niée presque généralement avant lui, quoiqu'elle eût été reconnue par quelques philosophes de l'antiquité. Ce célèbre physicien, ayant injecté de l'air dans un vaisseau de verre, de manière qu'il y restât comprimé, trouva que le vaisseau pesait davantage, que quand l'air y était dans son état naturel. Il chercha même, par une autre expérience, la pesanteur de ce fluide comparée à celle de l'eau; mais il la trouva seulement dans le rapport de 400 à l'unité, beaucoup trop faible, comme nous le verrons dans l'instant.

On ne connaissait point encore la machine pneumatique. C'est à Otto de Guericke, consul de Magdebourg, que nous sommes redevables de l'invention de cette belle machine, qui n'a pas, comme les autres, un rang à part dans la physique expérimentale, où on la trouve presque par-tout.

En se servant de cet instrument, on a constaté la

pesanteur de l'air ; par une expérience très-simple, qui consiste à peser d'abord un ballon plein d'air, puis à le peser de nouveau, après y avoir fait le vide : on s'apperçoit d'une diminution sensible dans le poids du ballon.

On a cherché aussi à déterminer avec précision la pesanteur spécifique de l'air. Suivant les résultats de Deluc, le rapport entre les poids de l'air et de l'eau distillée, à la température de zéro du thermomètre ordinaire, par une pression moyenne de 28 pouces de mercure, est celui de 1 à 760 ; et d'après les expériences de Lavoisier, le pouce cube d'air, pris à dix degrés de Réaumur, pèse 0.46005 grains ; et le poids d'un pied cube du même fluide, est d'une once, trois gros et trois grains.

La pesanteur de l'air une fois reconnue, il semble qu'il n'était pas difficile d'appercevoir que c'était à la pression de ce fluide qu'était due l'ascension de l'eau dans les corps de pompe. Mais il a fallu pour amener là les physiciens, une de ces observations inattendues, faites pour exciter dans les esprits cette espèce d'inquiétude et d'agitation favorable aux découvertes.

On se rappelle que les anciens philosophes, quand on leur demandait pourquoi l'eau montait dans les pompes, se tiraient d'affaire, en répondant que la *nature avait horreur du vide* ; ce qui n'était autre chose qu'une manière pompeuse et imposante d'avouer qu'ils n'en savaient rien. Des fontainiers italiens, s'étant avisés de vouloir faire des pompes aspirantes, dont les tuyaux avaient plus de trente-deux pieds de hauteur, remarquèrent avec surprise que l'eau refusait de s'élever

au-dessus de cette limite. Ils demandèrent à Galilée l'explication de ce fait singulier, et l'on prétend que ce philosophe pris au dépourvu, répondit que la nature n'avait horreur du vide que jusqu'à trente-deux pieds. Torricelli, disciple de Galilée, ayant médité sur le phénomène, conjectura que l'eau s'élevait dans les pompes par la pression de l'air extérieur, et que cette pression n'avait que le degré de force nécessaire pour contrebalancer le poids d'une colonne d'eau de trente-deux pieds.

Il vérifia cette conjecture par une expérience dont la physique lui a doublement obligation, parce qu'en servant à mettre en évidence une découverte importante, elle nous a procuré le baromètre. Torricelli vit le mercure s'arrêter à 28 pouces dans un tube de verre disposé comme celui de cet instrument; et la hauteur dont il s'agit étant à celle de trente-deux pieds dans le rapport inverse des densités de l'eau et du mercure, il en conclut que le phénomène appartenait à la statique, et que c'était réellement, comme il l'avait deviné, la pression de l'air qui déterminait l'eau ou le mercure à s'élever jusqu'à ce qu'il y eût équilibre.

Ceci se passait en 1643. L'année suivante, la nouvelle de l'expérience de Torricelli se répandit en France par une lettre écrite d'Italie au père Mersenne. L'expérience fut faite de nouveau en 1646, par Mersenne et Pascal; et celui-ci imagina, en 1647, un moyen de la rendre encore plus décisive, en la faisant à différentes hauteurs. Il invita en conséquence son ami Périer à la répéter sur la montagne du Puy-de Dôme, et à observer si la colonne de mercure descendrait

dans le tube, à mesure qu'on s'élèverait davantage. On voit par la lettre de Pascal à Périer, où il semble éviter de nommer Torricelli, qu'il n'avait pas encore tout-à-fait renoncé à la chimère de l'horreur du vide, et qu'en convenant que cette horreur n'était pas invincible chez la nature, il n'osait assurer qu'elle n'eût pas lieu dans quelques circonstances. Le plein succès de l'expérience acheva de le désabuser. Mais cette expérience n'était que confirmative de celle de Torricelli, et ajoutait seulement un rayon de plus au trait de lumière qui en était sorti.

La pression de l'atmosphère sur une surface donnée, étant à-peu-près la même qu'exercerait sur cette surface une colonne d'eau de trente-deux pieds de hauteur, on a calculé, d'après cette donnée, l'effet de la pression dont il s'agit, par rapport à un homme de moyenne grandeur, et on a trouvé qu'elle équivalait à un poids de 33600 livres : voilà le poids dont étaient chargés les anciens philosophes, qui niaient sérieusement la pesanteur de l'air.

Les détails relatifs à la construction du baromètre trouvent naturellement ici leur place. Cet instrument ramené à sa plus grande simplicité, consiste dans un tube de verre de plus de trente pouces de hauteur, et scellé par le haut. On remplit ce tube de mercure, que l'on a soin de faire bouillir pour le purger d'air ; puis en tenant le doigt appliqué sur l'orifice inférieur, on renverse le tube, et on le plonge par le même côté dans une cuvette de verre, où l'on a versé pareillement du mercure. On retire le doigt, et l'on voit à l'instant le mercure descendre dans le tube, à la hauteur d'environ vingt-huit pouces. On

applique ensuite le tube avec sa cuvette sur une planche divisée en pouces et en lignes, entre vingt-six et vingt neuf pouces, à partir du niveau que donne le mercure renfermé dans la cuvette. On a ainsi un moyen d'observer les variations que subit la pression de l'air, en vertu des causes d'où dépendent les phénomènes de la météorologie, dont nous parlerons dans une autre séance.

Cette construction est sujette à une imperfection qui empêche que les mouvemens de la colonne de mercure, estimés d'après les indications de l'échelle, ne soient exactement proportionnels aux différentes pressions de l'air. Car, à mesure que cette colonne monte ou descend, elle détermine une petite portion du mercure que renferme la cuvette, à passer dans le tube, ou à rentrer dans cette cuvette, ce qui fait varier la position du niveau; en sorte qu'il ne répond pas constamment au zéro de l'échelle, qui est cependant le terme de départ auquel se rapporte l'observation de la hauteur à laquelle répond l'extrêmité de la colonne sur la même échelle. Cette imperfection est d'autant moins sensible, que la cuvette a plus de largeur vers l'endroit de la ligne de niveau. On a imaginé différens moyens, pour la faire disparaître. Par exemple, dans certains baromètres, on a rendu l'échelle mobile dans le sens de sa hauteur: de manière qu'à l'aide d'un vis de rappel, on est toujours le maître de ramener la ligne de niveau à se trouver exactement vis à-vis le zéro de l'échelle. On substitue alors à la cuvette une portion du tube même de l'instrument recourbé par sa partie inférieure, la variation

sensible de niveau qui en résulte, pouvant toujours être corrigée par le mouvement de l'échelle. D'autres physiciens emploient une seconde cuvette d'une plus grande capacité, et remplie en partie de mercure, dans laquelle la cuvette du baromètre est entièrement plongée. Lorsqu'on veut faire une observation, on élève le baromètre avec sa cuvette au-dessus du mercure environnant ; et comme alors cette cuvette se trouve toujours pleine, la ligne de niveau donnée par la surface supérieure du mercure qu'elle contient, conserve une position fixe, par rapport à la graduation.

On voit par ce qui précède, que l'échelle du baromètre a une toute autre base que celle du thermomètre. Les mouvemens de la liqueur du thermomètre se mesurent en parties proportionnelles à la distance entre les deux limites données par l'observation ; ils diffèrent dans les divers thermomètres, quoique par des degrés semblables, quand les circonstances sont les mêmes. Dans le baromètre au contraire, où il n'y a qu'un terme fixe, savoir le niveau qui s'établit de lui-même dès le premier instant, la hauteur de la colonne se mesure d'une manière absolue ; et elle augmente ou diminue par des degrés égaux, dans les différens baromètres soumis aux mêmes variations de l'atmosphère.

Le baromètre est encore une des quantités placées dans les alentours du système décimal appliqué aux mesures républicaines, et que ce système appelle naturellement à lui. Les pouces et les lignes doivent disparaître de son échelle, pour faire place aux centimètres et aux millimètres. A l'avenir les limites des variations de la colonne, qui répondent à l'espace,

espaces correspondans, occupés par l'air comprimé, seront entr'eux dans le rapport inverse; d'où l'on voit que l'air se contracte, ainsi que nous l'avons dit, à proportion des poids qui le compriment. Si l'on retire ensuite du mercure, à plusieurs reprises, l'air s'étendra par son ressort, et les espaces qu'il occupera successivement en sens contraire, suivront encore le rapport inverse des pressions.

Cependant, il est vraisemblable que ce rapport n'est sensiblement exact qu'entre certaines limites. Nous trouvons dans les auteurs de physique plusieurs résultats d'expériences qui tendraient à prouver que l'on a poussé très-loin la contraction et la dilatation de l'air, par l'augmentation ou la diminution de pression. Mais il ne paraît pas que l'on doive compter beaucoup sur la précision de ces résultats.

Si l'on suppose, pour un instant, que l'air de l'atmosphère ait par-tout la même densité, et que l'on se représente ensuite l'effet de la pesanteur sur les différentes couches de ce fluide élastique, il sera aisé de concevoir que chaque couche, comprimée par le poids des couches supérieures, se resserrera dans le sens de sa hauteur, et que de plus la densité diminuera à mesure que les couches, en s'éloignant de la surface de la terre, seront pressées par un plus petit nombre de couches supérieures. C'est effectivement ce qui a lieu par rapport à l'atmosphère. Nous ferons connaître dans la suite la loi de ce décroissement, et le parti qu'on en a tiré pour mesurer les hauteurs, à l'aide du baromètre.

On concevra de même qu'une partie quelconque d'une

d'une colonne de l'atmosphère, prise auprès de la surface de la terre, doit toujous faire équilibre par son ressort, à la pression de la partie supérieure. Ainsi, l'air exactement renfermé dans un vase que l'on aurait posé sur un plan parfaitement uni, ferait autant d'effort pour pousser le fond du vase de bas en haut, que l'air extérieur pour le pousser en sens contraire, de sorte que l'on n'éprouverait aucune difficulté à soulever ce vase; ce qui est d'ailleurs conforme à l'observation.

Mais si l'on supprime une quantité plus ou moins considérable d'air intérieur, comme cela a lieu lorsqu'on fait le vide sous le récipient de la machine pneumatique, alors la pression de l'air extérieur n'étant plus équilibrée par l'action contraire de celui qui reste sous le récipient, il en résultera une difficulté d'autant plus grande pour détacher ce récipient de la platine, que le vide approchera plus d'être parfait.

Il suit encore des principes établis précédemment, que si l'on prend auprès de la surface de la terre une certaine quantité d'air, dont le ressort fera par conséquent équilibre à une pression de vingt-huit pouces de mercure, et qu'on introduise cet air dans un espace vide où il puisse se dilater, sa force de ressort diminuée par la dilatation, sera à la première, en raison inverse des volumes ou des espaces relatifs aux deux états successifs de ce fluide. Cette conséquence peut être vérifiée, à l'aide d'une expérience intéressante, qui consiste à introduire dans un baromètre ordinaire une quantité d'air déterminée, en

employant pour mesure un tube de même diamètre que celui du baromètre, et dont la hauteur soit connue. Cet air, parvenu au-dessus de la colonne de mercure s'étendra, par son ressort, dans le vide qui se trouve en cet endroit, et fera baisser le mercure jusqu'à ce que sa force de ressort, jointe au poids de ce qui restera de mercure dans le tube, fasse équilibre à la pression de l'atmosphère. On pourra déterminer d'avance, par un calcul simple, la hauteur de l'espace dans lequel cet air doit se répandre, ou ce qui revient au même, la hauteur à laquelle s'arrêtera la colonne de mercure. Par exemple, si le tube a trente-deux pouces de hauteur, et qu'on y introduise deux pouces d'air, on trouve, en supposant que le mercure ait été d'abord à vingt-huit pouces, que la hauteur de l'espace occupé par l'air, doit être d'environ neuf pouces sept dixièmes, et par conséquent le mercure descendra à vingt-deux pouces trois dixièmes au dessus du niveau.

Nous nous sommes bornés à indiquer l'air en général, comme cause de l'élévation de l'eau dans les corps de pompe. Mais la manière dont la pression extérieure de ce fluide se combine avec une autre action, qu'il exerce à l'intérieur, est susceptible de quelques détails d'autant plus propres à intéresser, qu'ils tendent à mieux faire connaître une des plus belles et des plus utiles productions de la mécanique.

Toutes les pompes peuvent se rapporter à trois espèces, savoir, la pompe foulante, la pompe aspirante et celle qu'on nomme foulante et aspirante, parce qu'elle réunit les effets des deux premières.

La pompe foulante se construit de deux manières.

Dans l'une, le piston est percé d'une ouverture verticale, dont l'orifice supérieur est garni d'une soupape à charnière. Ce piston, lorsqu'il est en repos, occupe le fond du corps de pompe, dans l'intérieur duquel l'eau s'introduit d'elle-même à travers le piston dont elle soulève la soupape, par sa tendance à chercher le niveau. Vers l'endroit de ce niveau, le corps de pompe est garni pareillement d'une soupape à charnière, qui fait l'office d'un second fond mobile de bas en haut : cette soupape se nomme *dormante*. Tandis que le piston s'élève, au moyen du mouvement communiqué à sa tige, qui est placée en-dessous, sa soupape demeure fermée, et l'eau dont il est chargé, monte avec lui jusqu'à la soupape dormante, qui est forcée de s'ouvrir pour donner un passage à cette eau. La soupape retombe ensuite par son poids, et empêche le liquide de sortir. Le piston va chercher en descendant, une nouvelle charge d'eau avec laquelle il remonte, pour la déposer au même endroit que la première ; ensorte que l'eau peut être élevée ainsi à une hauteur arbitraire, pourvu que le moteur ait une force suffisante.

Les pompes de la seconde construction diffèrent de la précédente, en ce que leur piston est plein, et repose sur une soupape qui garnit le fond de la pompe. Lorsque le piston s'élève, par le mouvement de sa tige qui est située en-dessus, l'eau le suit pour se mettre de niveau ; pendant sa descente, il refoule cette eau dans un tuyau latéral, où elle s'ouvre un passage en soulevant une soupape, qui s'abaisse dès que le piston est arrivé au bas de sa course.

La pompe aspirante a son piston élevé au-dessus du niveau de l'eau, à une distance qui doit être moindre que 32 pieds. Ce piston est percé et garni en-dessus d'une soupape : le corps de pompe a une séparation formée par une autre soupape, un peu au-dessous du point où se termine inférieurement le jeu du piston. Quand celui-ci est en repos au même point, l'air intérieur, compris entre la soupape dormante et le niveau de l'eau, fait équilibre par son ressort à la pression de l'air extérieur. Lorsqu'ensuite le piston monte, l'air intérieur soulève la soupape dormante et se répand dans l'espace que le piston laisse libre par son ascension. En même tems l'eau s'élève jusqu'au terme où le ressort de l'air, affaibli par la dilation, joint au poids de l'eau qui a dépassé le niveau, fait une somme égale à la pression de l'atmosphère. Ce terme ayant lieu au moment où le piston cesse de monter, la soupape dormante, qui se trouve entre deux airs également dilatés se referme par son poids. Le piston, en descendant, resserre le volume de l'air compris entre sa base et la soupape dormante, et lorsque cet air est devenu plus dense que dans son premier état, il soulève par son ressort, la soupape placée au-dessus du piston, et une partie s'échappe au-dehors, jusqu'à ce que le reste ait repris sa densité naturelle. A mesure que les deux mouvemens du piston se répètent, l'eau continuant de monter parvient jusqu'au piston, qui, en s'abaissant, la force de passer à travers son ouverture, pour l'élever ensuite avec lui, et ainsi successivement, jusqu'à ce qu'elle arrive à la hauteur desirée.

Cette espèce de pompe est sujette à un défaut, qui paraît d'abord singulier. C'est qu'il est possible que l'eau, avant d'arriver au piston, s'arrête tout-à-coup, et refuse de monter davantage, quoique le piston continue ses mouvemens. Pour concevoir cette possibilité, supposons que l'eau, parvenue à une certaine hauteur, y soit retenue par une puissance quelconque, tandis que le piston s'élève. Si l'espace que celui-ci laissera vide, est tel que le ressort de l'air, après sa dilatation, joint au poids de l'eau qui excède le niveau, fasse équilibre à la pression de l'atmosphère, il est aisé de voir que l'eau ne serait pas montée, dans le cas même où rien ne l'aurait retenue, puisque la condition requise pour l'équilibre, est remplie par la seule dilatation de l'air.

Donc s'il y a un point où l'hypothèse que nous venons de faire, puisse être réalisée, l'eau restera stationnaire à ce point. Pour que l'hypothèse ne soit jamais admissible, et que la pompe fasse son service dans tous les cas, il faut qu'il y ait entre le jeu du piston et sa plus grande hauteur au-dessus du niveau, un certain rapport que l'on détermine facilement à l'aide du calcul.

L'eau s'élève dans la pompe aspirante et foulante, comme dans celle qu'on nomme simplement aspirante. Mais ici le piston est plein ; et lorsque l'eau est parvenue jusqu'à sa base, il refoule cette eau en s'abbaissant, et la force de passer dans un tuyau latéral, comme cela a lieu pour la seconde pompe foulante dont nous avons parlé.

Cette pompe ne diffère de la précédente, qu'en ce

que l'eau, au lieu de passer à travers le piston, pendant qu'il s'abaisse, est chassé dans un tuyau particulier ; en sorte qu'on a considéré cet effet du piston comme ayant quelque chose de plus marqué, et qui semble caractériser davantage l'action de fouler.

C'est encore à la pression de l'air, que sont dus les effets du syphon, qui sert à transvaser les liqueurs. On appelle ainsi un tube de verre recourbé, dont une des branches est plus longue que l'autre. On plonge la branche la plus courte jusqu'au fond du vase qui contient la liqueur ; on applique la bouche à l'orifice de la plus longue branche, et l'on suce la liqueur, c'est-à-dire, qu'on enfle la poitrine, de manière à produire une dilatation dans l'air qui occupe l'intérieur du syphon, où la liqueur s'introduit à l'instant, par la pression de l'air extérieur. Lorsque le syphon est plein, on retire la bouche, et la liqueur continue de s'écouler par la longue branche, jusqu'à ce que le vase soit vide.

On conçoit aisément la raison de cet effet, en considérant que l'air qui répond à l'orifice de la plus longue branche, presse de bas en haut, suivant la loi de tous les fluides, la colonne d'eau contenue dans cette branche, tandis que l'air, qui repose sur la surface du liquide renfermé dans le vase, agit par l'intermède de ce liquide pour presser dans le même sens la colonne qui occupe la branche la plus courte, et il est clair qu'il n'a besoin de soutenir que la partie de cette colonne, qui s'élève au-dessus du niveau. Or, la différence entre cette même partie, et la colonne renfermée dans la branche la plus longue, donne à

celle-ci un excès de poids qui n'est pas, à beaucoup près, balancé par l'excès de longueur de la colonne d'air qui répond à l'orifice de la même branche ; et ainsi toute la partie de la liqueur, qui n'est pas soutenue par l'air, tombera, et comme elle est sans cesse remplacée par celle qui vient du vase, l'écoulement ne finira qu'avec la liqueur elle-même.

La plûpart des hommes peu instruits sont encore dominés par d'anciens préjugés, relativement aux propriétés de l'air que nous venons de considerer. Ils ont une forte pente à douter que ce fluide soit un corps. Son nom seul leur paraît exclure l'idée de la pesanteur. Ils se figurent les effets des pompes et celui de la succion comme produits par une force qui attire le liquide. Les apparences seules que ces effets présentent à leurs regards, les noms mêmes sont des pièges tendus à leur imagination. L'enseignement primaire les désabusera, lorsqu'entre les mains d'un instituteur éclairé, le baromètre qu'ils ont sous les yeux, sans le concevoir, deviendra pour eux le tube de Torricelli.

GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE.

MONGE, *Professeur.*

Ce que nous avons vu jusqu'à présent de la géométrie descriptive, considérée d'une manière abstraite, contient les principales méthodes dont on peut avoir besoin dans les arts.

Si donc on avait établi dans tous les districts de la république, et dans toutes les communes un peu considérables, des écoles secondaires, dans lesquelles les jeunes gens de l'âge de douze ans, et qui se destinent à la pratique de quelques-uns des arts, auraient été exercés pendant deux années aux constructions graphiques, et familiarisés avec les principaux phénomènes de la nature dont la connaissance leur est indispensable; ce qui en développant leur intelligence et en leur donnant l'habitude et le sentiment de la précision, aurait contribué de la manière la plus certaine aux progrès de l'industrie nationale; et ce qui, en les accoutumant à l'évidence, les aurait garantis pour toujours de la séduction des imposteurs de tous les genres: et si nous ne nous proposions que de faire le livre élémentaire qui aurait dû servir de base à l'instruction de ces écoles secondaires; il faudrait terminer là les généralités et passer immédiatement aux applications les plus utiles, et à celles dont l'usage est le plus fréquent. Mais nous ne devons pas écrire seulement pour les élèves des écoles secondaires, nous devons écrire pour leurs professeurs.

On ne doit faire entrer dans le plan d'une instruction populaire que des objets simples et d'une utilité journalière. Mais si un artiste rencontre une seule fois dans sa vie une difficulté dont il n'ait point été question dans les écoles, à qui s'adressera t-il pour la lever, si ce n'est au professeur? et comment le professeur la lèvera t-il, s'il ne s'est exercé à des considérations d'une généralité plus grande que celles qui forment l'objet ordinaire des études?

Pour donner aux professeurs la connaissance de quelques propriétés générales de l'étendue, et dont on peut avoir occasion de faire usage dans les arts, nous allons consacrer quelques leçons à l'examen de la courbure des courbes à double courbure, et de celles des surfaces courbes.

De la courbure et des développées des courbes à double courbure.

On sait que si une droite, considérée dans un plan, tourne autour d'un de ses points supposé fixe, tous les autres points de la droite décriront autour du point fixe des circonférences de cercles concentriques. Il n'y a aucune courbe qu'on ne puisse concevoir engendrée d'une manière analogue.

(Fig. 44.) Soit MNO une courbe quelconque tracée sur un plan, si l'on conçoit qu'une droite AB se meuve de manière qu'elle soit perpétuellement tangente à la courbe, et sans prendre de mouvement dans le sens de sa longueur, chaque point P de cette droite décrira une courbe G P P' P'' H qui aura évidemment les propriétés suivantes :

Chaque élément P Q de la courbe décrite sera perpendiculaire à la direction correspondante de la droite AB ; car cet élément a la même direction qu'aurait en P l'élément d'un arc de cercle décrit du point M de contact, comme centre, et avec un rayon égal à P M; ainsi la tangente en P de la courbe décrite sera perpendiculaire à la droite menée par le point P, tangente à la courbe donnée M N O.

Si le point décrivant P est placé du côté vers lequel la droite A B s'approche de la courbe touchée,

regardé comme le centre d'un petit arc de cercle qui, étant décrit avec le rayon PM, aurait la même courbure que l'arc P Q de la courbe que l'on considère. Le rayon PM du cercle dont la courbure est la même que celle de l'arc infiniment petit P Q d'une courbe, se nomme le rayon de courbure de cet arc; le point M où se coupent les deux normales consécutives en est le centre de courbure, et cette courbure est connue lorsque la position du point M est déterminé.

Jusqu'ici nous avons supposé que les courbes étaient planes, et nous n'avons considéré que ce qui se passe dans leur plan. Nous allons passer aux courbes à double courbure, telles que celles qui sont produites par l'intersection de deux surfaces courbes.

Si l'on conçoit une droite menée par le centre d'un cercle perpendiculairement à son plan, et indéfiniment prolongée de part et d'autre, on sait que chacun des points de cette droite sera à égales distances de tous les points de la circonférence; que parconséquent si l'on imagine qu'une seconde droite terminée d'une part à un des points de la circonférence, et de l'autre à un point quelconque de la perpendiculaire, tourne autour de cette dernière comme axe, en faisant constamment le même angle avec elle, son extrémité mobile décrira la circonférence de cercle, avec la même exactitude que si l'on eût fait tourner le rayon autour du centre. La description du cercle au moyen du rayon, et qui n'est qu'un cas particulier de la première, par sa simplicité, est plus propre à donner l'idée de l'étendue du cercle; mais s'il ne s'agit que de description, la première peut dans cer-

tains cas avoir de l'avantage, parce qu'en prenant sur l'axe deux pôles placés de part et d'autre du plan du cercle, puis menant par ces deux points deux droites qui se couperaient en un point de la circonférence, et faisant ensuite mouvoir le systême de ces deux droites autour de l'axe, de manière que leur point d'intersection fût fixe sur l'une et sur l'autre; ce point décrirait la circonférence du cercle, sans qu'il eût été nécessaire d'exécuter auparavant le plan dans lequel elle doit se trouver.

(*Fig.* 45.) Soit KA*a*D une courbe à double courbure quelconque tracée dans l'espace. Par un point A de cette droite soit conçu un plan MNOP perpendiculaire à la tangente en A; par le point *a* infiniment proche, soit pareillement imaginé un plan *m n* O P perpendiculaire à la tangente en *a*; ces deux plans se couperont en une droite O P qui sera l'axe du cercle, dont le petit arc A *a* de la courbe peut être sensé faire partie; de manière que si, des points A, *a*, on abbaisse deux perpendiculaires sur cette droite, ces perpendiculaires égales entr'elles, la rencontreront en un même point G qui sera le centre de ce cercle. Tous les autres points *g*, *g*... de cette droite seront chacun à égales distances de tous les points de l'arc infiniment petit A*a*, et pourront parconséquent en être regardés comme les pôles. Ainsi, si d'un point quelconque *g* de cet axe, on mène deux droites aux points A, *a*, ces droites *g*A, *g a* seront égales entre elles, et formeront avec l'axe des angles A*g*O. *a g*O égaux entr'eux. Ensorte que si l'on voulait définir la courbure de la courbe au point A, il faudrait donner

plan; elles se coupent donc quelque part en un point, et la suite de tous ces points de rencontre, forme une courbe remarquable sur la surface développable. En effet, les droites consécutives, après s'être croisées sur la courbe qui les touche toutes, se prolongent au-delà, et formeront par leurs prolongemens une nappe de surface distincte de la nappe formée par les parties des mêmes droites avant leurs rencontres. Ces deux nappes se joignent sur la courbe qui est, par rapport à la surface entière, une véritable arrête de rebroussement.

(*Fig.* 46.) Actuellement du point A de la courbe, par lequel passe le premier plan normal MNOP, soit menée dans le plan, et suivant une direction arbitraire une droite A*g* jusqu'à ce qu'elle rencontre la section OP quelque part en un point *g*; par les points A'*g* soit menée dans le second plan normal, la droite A' *g* prolongée jusqu'à ce qu'elle rencontre la section O'P' en un point *g*'; soit pareillement menée A'' *g g*'', et ainsi de suite. La courbe qui passe par tous les points *g*, *g*' *g*'', etc., est une développée de la courbe KAD. Car toutes les droites A *g*, A' *g*, A'' *gg*'' sont les tangentes de la courbe *g g*' *g*'', puisqu'elles sont les prolongemens des élémens de cette courbe. De plus, si l'on conçoit que la première A*g* tourne autour de O P, comme axe, pour venir s'appliquer sur la suivante A'*g*, elle n'aura pas cessé d'être tangente à la courbe *gg*'*g*''; et son extrêmité A, après avoir parcouru l'arc AA', se confondra avec l'extrêmité A' de la seconde. Que l'on fasse de même tourner la seconde ligne A' *g*' autour de O' P', comme axe, pour qu'elle vienne s'appliquer sur la troisième A'' *g*', elle ne cessera

sera pas de toucher la courbe $g\,g'\,g''$, et son extrêmité A' ne sortira pas de l'arc A' A'', et ainsi de suite. Donc la courbe $g\,g'\,g''$ est telle, que si on conçoit qu'une de ses tangentes tourne autour de cette courbe, sans cesser de lui être tangente, et sans avoir de mouvement dans le sens de sa longueur, un des points de cette tangente décrira la courbe K A D; donc elle est une de ses développées. Mais la direction de la première droite A g était arbitraire; et suivant quelqu'autre direction qu'on l'eût menée dans le plan normal, on aurait trouvé une autre courbe $g\,g'\,g''$ qui aurait été pareillement une développée de la courbe K A D. Une courbe quelconque a donc une infinité de developpées qui sont toutes comprises sur une même surface courbe.

Les droites A' g' et A'' g' forment des angles égaux avec la droite O' P'; et l'élément $g'\,g''$ étant le prolongement de la droite A'' g', il s'ensuit que les deux élémens consécutifs gg', $g'g''$ de la développée $gg'\,g''$, forment des angles égaux avec la droite O' P' qui passe par leur point de rencontre. Or, lorsqu'on développe la surface pour l'appliquer sur un plan, les élémens de la développée ne cessent pas de faire les mêmes angles avec les droites O' P''; donc deux élémens consécutifs de la courbe $gg'\,g''$, considérés dans la surface étendue sur un plan, forment des angles égaux avec une même ligne droite, donc ils sont dans le prolongement l'un de l'autre. Il suit de-là que chacune des développées d'une courbe à double courbure devient une ligne droite, lorsque la surface qui les contient toutes, est étendue sur un plan; donc

elle est sur cette surface la plus courte que l'on puisse mener entre ses extrêmités.

On déduit de-là un moyen facile d'obtenir une développée quelconque d'une courbe à double courbure, lorsque l'on a la surface développable qui les contient toutes. Pour cela, il suffit, par un point de la courbe, de mener un fil tangent à la surface, et de plier ensuite ce fil sur la surface en le tendant; car, en vertu de la tension, il prendra la direction de la courbe la plus courte entre ses extrêmités; il se pliera par conséquent sur une des développées.

On conçoit d'après cela, comment il est possible d'engendrer, par un mouvement continu, une courbe quelconque à double courbure. Car, après avoir exécuté la surface développable, touchée par tous les plans nouveaux de la courbe, si du point donné dans l'espace, et par lequel la courbe doit passer, on dirige deux fils tangens à cette surface, et si, après les avoir pliés ensuite sur la surface en les tendant, on les fixe par leurs autres extrêmités; le point de réunion des deux fils qui aura la faculté de se mouvoir avec le plan tangent à la surface, sans glisser ni sur l'un des fils, ni sur l'autre, engendrera, dans son mouvement la courbe proposée.

Tout ce que nous venons de dire par rapport aux courbes à double courbure, convient également aux courbes planes; avec cette différence seulement, que tous les plans normaux étant perpendiculaires au plan de la courbe, toutes les droites de leurs intersections consécutives sont aussi perpendiculaires au même plan, et par conséquent parallèles entr'elles. La sur-

face développable, touchée par tous ces plans normaux, est donc alors sur une face cylindrique, dont la section perpendiculaire est la développée ordinaire de la courbe. Mais cette surface cylindrique contient de même toutes les développées à double courbure de la même courbe ; et chacune de ces développées fait, avec toutes les droites génératrices de la surface cylindrique, des angles constans. Le filet d'une vis ordinaire est une des développées de la développante du cercle qui sert de base à la surface cylindrique sur laquelle il se trouve ; et quelle que soit la hauteur du pas de la vis, si le diamètre du cylindre ne change pas, le filet sera toujours une des développées de la même courbe.

TRENTE-HUITIÈME SÉANCE.

(12 *Germinal.*)

CHIMIE.

BERTHOLLET, *Professeur.*

Le salpêtre, le nitre ou nitrate de potasse était inconnu aux anciens ; car c'est un autre sel qu'ils désignaient par ce nom.

C'est dans ces siècles de barbarie, où le génie repoussé par l'orgueil nobiliaire, se livrait à des recher-

ches solitaires, et faisait dans l'obscurité des découvertes qui ont été l'étonnement des siècles suivans, que le salpêtre a été reconnu, que la poudre a été inventée, et que le système militaire de l'Europe a changé.

On apprit bientôt après à séparer du salpêtre l'acide, qui est l'une de ses parties constituantes. Raimond Lulle et Basile Valentin, indiquent déjà l'acide nitrique, qui fut plus particulièrement désigné par le nom d'eau-forte, et qui fut appliqué avec succès à plusieurs arts.

Mais la chimie a fait de longs efforts pour remonter à la cause des effets du salpêtre et pour analyser ses propriétés : on a reconnu les différentes combinaisons de son acide et leurs caractères distinctifs ; on a établi ses affinités électives ; on a même suivi son action dans plusieurs affinités complexes : mais l'effet détonnant du nitre, les produits de sa décomposition, les variétés de l'acide qu'on en retire, les différentes phases sous lesquelles cet acide se présente, son action sur les substances combustibles, n'ont été assujettis à une théorie précise que depuis peu d'années.

Le nitrate de potasse est composé, selon Bergmann, sur 100 parties, de 49 parties de potasse, et de 51 parties d'acide et d'eau ; mais lorsque ce sel est bien sec, la portion d'eau qu'il contient est très-petite, du moins celle qui ne se combine pas dans le gaz qui se dégage en le décomposant : nous supposerons donc que l'acide et la potasse s'y trouvent à parties égales, et cette supposition approche beaucoup de la réalité.

Hales avait observé que l'on pouvait retirer du nitre une quantité d'air qui équivaut au huitième de son poids. Priestley avait retiré d'une once de nitre treize pouces cubiques d'air, quantité bien inférieure à la précédente ; mais il avait reconnu que c'était en grande partie de l'air vital. Scheele avait obtenu un volume beaucoup plus considérable d'air, à peu-près la même quantité que Hales, et il avait observé que que cet air avait les propriétés de l'air vital qu'il nommait *air du feu*.

Pendant que l'on commençait à appercevoir la décomposition du nitre, on faisait des observations importantes sur son acide. Priestley guidé par une expérience de Hales, découvrit que le gaz qui s'exhale d'une dissolution de différens métaux dans l'acide nitrique, et qui produit des vapeurs rutilantes, avait, lorsqu'il était isolé du contact de l'air, les apparences de l'air lui-même, ce qui l'engagea à lui donner le nom d'*air nitreux* : il observa que lorsqu'on mêlait ce gaz avec l'air atmosphérique, il produisait une vapeur rougeâtre, diminuait l'air atmosphérique d'un cinquième de son volume, éprouvait lui-même une diminution proportionnelle à la quantité d'air atmosphérique, et que dans cette épreuve l'air vital était absorbé presqu'en entier : il pensa que le gaz nitreux dans cette opération, reprenait les propriétés acides, en abandonnant son phlogistique.

Lavoisier prouva que le gaz nitreux se combinant avec l'air vital dans le rapport de 69 ; 40, reproduisait l'acide nitrique : il regarda l'acide nitrique comme un

composé de ces deux substances qui se séparaient dans différentes opérations et particulièrement dans les dissolutions métalliques, de sorte que l'oxigène se combinait avec le métal, pendant que le gaz nitreux prenait l'état élastique : il se servit de la dissolution de mercure pour établir les rapports du gaz nitreux et du gaz oxigène ; mais il obtint une proportion de gaz nitreux trop faible, parce qu'il se fait dans cette opération une décomposition dont il ne pouvait rendre compte, et les phénomènes de la décomposition du nitre par le feu et de sa détonation ne sont point expliqués par la seule quantité du gaz oxigène, qui entre en combinaison avec le gaz nitreux. Priestley lui opposait que dans plusieurs circonstances le gaz nitreux produisait lui-même de l'air vital.

On fit voir dans un mémoire présenté à l'académie en 1778, qu'en exposant une once de nitre bien pur à une forte chaleur, on en décomposait en entier l'acide, et qu'on retirait près de 580 pouces cubiques d'air dont la très-grande partie était de l'air vital, qui cependant sur la fin de l'opération se rapprochait de l'état d'air atmosphérique : on observa que la combustion du charbon par le nitre, les effets de la poudre à canon, la faculté qu'a celle-ci de s'enflammer dans le vide, dépendaient de la base de l'air vital ou de l'oxigène qui était accumulé dans son acide, et qui dans la décomposition du nitre reprenait l'état élastique par l'action de la chaleur; que lorsqu'on interrompait la décomposition du nitre, avant qu'elle fût achevée, le résidu sur lequel on versait un autre acide

laissait dégager l'acide qui prenait la nature du gaz nitreux ; que le gaz nitreux lui-même pouvait se dissoudre dans l'eau, et former avec l'alkali une combinaison analogue à la précédente. Dans la décomposition d'une once de nitre, on avait évalué à 580 pouces cubiques, la quantité du gaz qui se dégage, parce qu'on avait négligé de ramener à une température de dix degrés le gaz échauffé, il est probable que par-là cette quantité se réduirait à 500 pouces.

De toutes ces tentatives on ne pouvait encore conclure quel est le principe qui est combiné avec l'oxigène pour donner naissance à l'acide nitrique, et pour produire les différens états sous lesquels il se présente : c'est à Cavendish qu'est due cette découverte qu'il publia en 1785.

Cavendish éprouva l'effet de l'étincelle électrique sur l'air vital pur et sur le gaz azote pur : il observa qu'il ne se produisait aucune diminution dans leur volume, mais que lorsqu'ils étaient mêlés, il se faisait une diminution considérable : il détermina que dans cette opération qui exige une action très-longue de l'électricité, sept parties de gaz oxigène se combinent avec trois parties de gaz azote ; que cette combinaison se fait plus facilement, si l'on met en contact avec le gaz dans le tube où se fait l'opération, une dissolution de potasse que de l'eau pure, et que le résultat est du nitre ; mais ce nitre n'est pas saturé d'oxigène, il est dans l'état de nitrite.

Il est donc manifeste par cette expérience que l'acide nitrique est une combinaison d'oxigène et d'azote,

et toutes les décompositions de cet acide, confirment ce résultat.

L'azote qui forme la plus grande partie de l'air atmosphérique n'est connu dans l'état de gaz, que par des propriétés négatives ; il n'entretient ni la lumière, ni la respiration ; il ne se dissout pas sensiblement dans l'eau ; il pèse le pouce cube o, 444 gr. : sa pesanteur spécifique est par conséquent un peu moindre que celle de l'air atmosphérique, il n'est point diminué par l'étincelle électrique.

L'acide nitrique composé d'oxigène et d'azote, agit à une température qui n'est pas élevée par une affinité collective sur les alkalis, les terres, les oxides métalliques ; se combine avec ces différentes substances, et forme avec elles différens nitrates.

Dans un cours élémentaire, vous devez suivre avec soin les propriétés de chaque espèce de nitrate, examiner les moyens de les séparer des autres sels, et de les obtenir dans un état de pureté, et ceux d'en séparer l'acide, déterminer les proportions d'acide et de base, suivre les affinités électives et les affinités complexes, qui agissent dans chaque combinaison, ou dans les mêlanges de plusieurs combinaisons.

Lorsque l'oxigène de l'acide nitrique agit par une affinité isolée sur une substance, l'acide éprouve une décomposition plus ou moins avancée, selon la force de l'affinité, la quantité de la substance, le degré de chaleur et d'autres circonstances.

Si l'acide nitrique n'éprouve qu'un certain degré de décomposition ; si la substance qui agit sur lui,

ne lui enlève qu'une certaine proportion d'oxigène, alors il prend l'état gazeux, il forme le gaz nitreux.

Le gaz nitreux pèse, selon Kirwan, o, 545 gr. le pouce cube, de sorte qu'il a un peu plus de pesanteur spécifique que le gaz oxigène; l'eau ne paraît pas le dissoudre, cependant il s'y dissout à l'aide de l'agitation, ou d'un long contact : il se combine aussi, quoiqu'avec difficulté, avec l'alkali, et il est chassé de cette combinaison sous la forme du gaz nitreux, par un autre acide, tel que l'acide nitrique même, et l'acide muriatique.

Cependant il faut observer que dans l'absorption du gaz nitreux, il reste toujours une portion de gaz azote, de sorte que la partie qui se dissout dans l'eau, ou qui se combine avec la potasse et forme avec elle du nitrite de potasse, a une proportion d'oxigène un peu plus grande que le gaz nitreux lui-même. De-là vient que le gaz nitreux qu'on laisse séjourner quelque tems sur l'eau, ou qu'on agite avec elle, ne jouit plus de ses propriétés au même degré : Priestley et Ingenhouze ont trouvé qu'il s'affaiblissait par-là; c'est qu'il a une moindre proportion d'oxigène ou plutôt qu'il est en partie décomposé.

Le gaz nitreux ne peut servir à la respiration des animaux, ni à la combustion, à moins que celle-ci ne soit assez vive pour le décomposer et séparer l'oxigène de l'azote. Il est décomposé par les sulfures et par d'autres substances, qui ont la puissance de se saisir de l'oxigène et de le séparer de l'azote, qui reste dans l'état de gaz : le volume se réduit par-là à un peu plus de moitié.

L'étincelle électrique qu'on fait passer à travers le gaz nitreux, dans un tube placé sur le mercure, décompose aussi ce gaz et combine son oxigène avec le mercure, de sorte qu'il ne reste que le gaz azote qui retient un peu moins de la moitié du volume primitif.

Dans ces décompositions, une partie d'acide nitreux, c'est à-dire, du gaz nitreux, plus un peu d'oxigène, se combine avec la substance qui décompose le gaz, de sorte qu'on ne peut encore en déduire précisément la proportion d'azote : on voit seulement que l'azote et l'oxigène doivent s'y trouver, à-peu-près, à parties égales, quoiqu'il reste un peu moins d'azote en état de gaz, et c'est le résultat que donne la décomposition par le sulfure de potasse qui a plus de précision.

Vous appercevez à présent ce qui se passe, lorsqu'on décompose le nitre par la chaleur : l'oxigène prend l'état de gaz, chaque partie du nitrate de potasse passe plus ou moins promptement à l'état de nitrite qui a une plus grande proportion d'azote ; si l'opération est poussée plus loin, le nitrite lui même est décomposé et, à cette époque, on obtient un gaz oxigène moins pur, c'est-à-dire, qui a une proportion glus grande de gaz azote. Dans les commencemens de l'opération, l'oxigène se dégage beaucoup plus facilement que sur la fin, parce que conformément à ce que nous avons établi, l'affinité diminue à mesure que l'on approche de l'état de saturation.

Le nitrite de potasse exposé à l'air en attire lentement l'oxigène, se sature de ce principe et se change en nitrate ; mais c'est dans l'état d'acide nitreux que Cavendish a obtenu la production acide dans sa belle

expérience, ainsi que les détails le prouvent; de-là vient que les proportions d'azote se sont trouvées plus fortes qu'elles ne sont réellement dans l'acide nitrique.

Le nitrite de potasse a une propriété qui mérite attention, c'est que quoiqu'on lui donne un petit excès d'acide pur, il précipite le nitrate d'argent; ce qui pourrait faire croire qu'on a formé de l'acide muriatique : cet effet ne provient que de ce que l'acide nitreux enlève de l'oxigène à l'argent, de sorte que celui ci n'en retient pas assez pour se tenir en dissolution.

Le gaz nitreux et le gaz oxigène, forment ensemble un mêlange qui reste rutilant, s'ils n'ont pas le contact de l'eau, de sorte que l'acide qui se forme a besoin d'eau pour prendre l'état de liquide : de-là vient que lorsqu'on verse de l'acide sulfurique concentré sur du nitre, l'acide qui s'en dégage forme des vapeurs rouges qui ne sont pas du gaz nitreux qui se mêle avec l'air atmosphérique, mais l'acide nitrique privé d'eau.

Le gaz nitreux se dissout dans plusieurs acides et leur donne différentes propriétés : ainsi l'acide sulfurique qui en est imprégné, forme facilement des congélations, comme l'a observé Fourcroy : il se dissout sur-tout dans l'acide nitrique, et il le rend rouge; c'est ce qui constitue l'acide nitreux fumant. Cet acide est fumant, parce que le gaz tend à se combiner avec le gaz oxigène de l'atmosphère. Le gaz nitreux est chassé de l'acide par la chaleur, comme nous l'avons remarqué ailleurs, et l'acide nitrique reste blanc; il s'exhale aussi lorsqu'on sature l'acide d'un alkali ou d'une

terre, de manière que ce n'est pas un nitrite, mais un nitrate qu'on obtient de cette combinaison.

On voit par-là que la couleur rouge de l'acide est un indice trompeur de sa force, puisque ce gaz ne contribue pas aux combinaisons de l'acide, et qu'il est chassé, dès qu'il éprouve un certain degré de chaleur. Si on mêle l'acide rutilant à une petite quantité d'eau, une partie du gaz s'exhale, et la liqueur prend une couleur verte; si on ajoute encore une portion d'eau, il s'exhale encore du gaz, et la couleur devient bleue; elle devient blanche avec une plus grande quantité d'eau.

Il faut remarquer que dans la nouvelle nomenclature, on a donné le nom d'acide nitreux à l'acide nitrique qui est rouge, parce qu'il tient du gaz nitreux en dissolution; quoique ce nom dans la rigueur des principes qu'on a posés, ne dût être donné qu'à l'acide tel qu'il est, quand on forme du nitrite, en absorbant et décomposant le gaz nitreux par l'alkali, ou dans le nitre en partie décomposé par la chaleur; mais on s'en est écarté pour désigner une combinaison dont on a souvent occasion de parler, pendant qu'il est rare qu'on ait à indiquer l'autre, qui n'est encore connue que dans l'état de combinaison.

Lorsque le gaz nitreux est exposé à l'action d'une substance qui a la propriété de la décomposer, on observe souvent une époque où il a pris la propriété d'entretenir une lumière; on retire une espèce de gaz semblable de quelques dissolutions par l'acide nitrique, et particulièrement de la décomposition du nitrate d'ammoniaque; ce gaz que Priestley a nommé *air*

nitreux déphlogistique, ne peut servir à la respiration, n'est pas diminué par le gaz nitreux, se dissout dans l'eau. On n'a pas encore des connaissances précises sur cette espèce de combinaison, qui paraît contenir une proportion plus grande d'oxigène que le gaz nitreux; de-là vient que lorsqu'elle provient du gaz nitreux qui se décompose, et qu'on l'absorbe par l'eau, elle laisse un résidu qui se trouve du gaz azote.

L'acide nitrique prend donc différentes formes, et acquiert différentes propriétés, selon les proportions d'oxigène qui restent combinées avec l'azote; et lorsque sa décomposition s'achève, l'azote reste seule : nous observerons dans la suite quelques circonstances où l'azote entre lui-même en combinaison pour former une substance étrangère. Cet exemple prouve combien de combinaisons différentes peuvent se former entre deux principes par le changement de proportions, il nous fait voir comment les productions de la nature peuvent être si variées, quoiqu'elle n'y fasse entrer qu'un petit nombre de principes.

Lorsqu'une substance tend à se combiner avec l'oxigène par une force supérieure à celle par laquelle les dernières portions d'oxigène tiennent à l'azote, mais inférieure à l'affinité qui unit les dernières portions dans le gaz nitreux, d'un côté la combinaison avec l'oxigène se fait, d'un autre côté le gaz nitreux se dégage. Les circonstances qui favorisent l'action de cette substance, telles que la division, la chaleur, la concentration de l'acide, changent aussi son effet; ainsi lorsque vous prenez de la limaille de fer et un acide concentré, vous obtenez du gaz azote, sur-tout

si la température est un peu élevée : mais si vous vous servez de fragmens de fer qui présentent peu de surface, et qui opposent leur aggrégation à l'action de l'acide, si celui-ci est faible, si la température est basse, vous avez du gaz nitreux. Le zinc et l'étain qui agissent avec violence, dégagent du gaz azote.

Le métal qui agit sur l'acide nitrique, prend avec l'oxigène, les propriétés d'un oxide qui se dissout à mesure dans une portion de l'acide, pendant que l'autre portion se décompose : mais si vous exposez le nitrate qui en provient à une plus forte chaleur, le nitrate se décompose, il s'en dégage, selon les circonstances, du gaz nitreux, du gaz azote, du gaz oxigène, et il ne reste qu'un oxide plus ou moins saturé, qui peut ensuite être ramené à l'état de métal, ou par l'action seule de la chaleur, ou par le concours d'une affinité. C'est à cette décomposition de l'acide nitrique qu'est dû le gaz oxigène plus ou moins pur, qu'a retiré Priestley des terres et des oxides métalliques qu'il arrosait d'acide nitrique, et qu'il exposait ensuite à l'action de la chaleur. Je ne fais qu'indiquer ici les phénomènes généraux; les détails particuliers à chaque substance, doivent être présentés avec soin dans un cours élémentaire.

Les effets que je viens de décrire, se compliquent ordinairement plus ou moins, de sorte que lorsqu'on obtient du gaz nitreux, il est presque toujours mêlé d'une portion plus ou moins grande de gaz azote, provenant d'une décomposition complette de l'acide; de-là vient que lorsqu'on s'est servi de mercure pour dégager le gaz nitreux, séparer ensuite l'oxigène du

métal par le moyen de la chaleur, et recomposer l'acide par la réunion du gaz nitreux et de l'oxigène, il se trouve une surabondance considérable de gaz oxigène.

Le gaz nitreux, indépendamment de cette circonstance, est-il dans un état uniforme? contient-il toujours une même quantité d'oxigène? Les proportions assez constantes de gaz oxigène qu'il peut absorber, paraissent l'annoncer; mais il faut avoir soin de le former par une substance qui n'exerce qu'une action modérée sur l'acide : le cuivre est propre à cet usage.

Lorsque l'acide nitrique agit vivement sur une substance composée de plusieurs principes, il attaque principalement l'hydrogène qui s'y trouve, et son oxigène, en se combinant avec lui, forme de l'eau.

C'est ainsi que l'acide nitrique agit sur les huiles, sur-tout sur les huiles volatiles qui ont une grande proportion d'hydrogène; l'action, dont l'effet s'accroît par la chaleur qui se dégage, devient si vive, que si, lorsque l'huile commence à être charbonnée, on ajoute une nouvelle portion d'acide, l'évaporation étant alors moins grande, la combustion s'établit avec une flamme vive; si les effets ont moins d'activité, la substance prend différens caractères, dont nous nous occuperons ailleurs : une partie de carbone se combine aussi avec l'oxigène, et forme de l'acide carbonique : la production de cet acide se proportionne à la chaleur qui se dégage, et aux autres circonstances; cependant l'azote se sépare et s'exhale dans l'état de gaz nitreux, ou sous la forme de gaz azote, selon l'activité des forces qui agissent. Si on mêle un peu d'acide sulfurique à l'acide nitrique, l'inflammation des huiles se

fait beaucoup mieux, parce que l'acide sulfurique agit lui-même; et comme il est moins évaporable, il produit plus de chaleur.

Le nitrate de potasse détonne avec violence, lorsqu'il se trouve en contact avec le charbon, à une haute température : il s'en dégage une grande quantité de gaz, dont la plus grande partie s'absorbe par l'eau, et a toutes les propriétés de l'acide carbonique, et dont l'autre est du gaz azote; mais ce sel, dans la distillation, donne, lorsqu'il est décomposé par l'action seule de la chaleur, plus de 500 pouces cubiques de gaz, dont la très-grande partie est du gaz oxigène. L'oxigène dans la détonation avec le charbon, s'est combiné avec le carbone, et a produit l'acide carbonique; l'azote, autre principe de l'acide nitrique, s'est dégagé dans l'état gazeux. On trouve donc dans cette opération les deux principes qu'on retire de la décomposition du nitre par l'action de la chaleur, et qu'on a combinés dans l'expérience de Cavendish. Comme on connaît la quantité de carbone qui entre dans la composition de l'acide carbonique, on peut déterminer par la proportion de gaz azote et celle d'acide carbonique qui se produit dans la détonation du nitre avec le charbon, en comprenant celui qui reste combiné avec la potasse, quelles sont les proportions d'oxigène et d'azote qui entrent dans la composition de l'acide nitrique. Les résultats les plus approchés indiquent quatre parties en poids d'oxigène, et une d'azote. Les expériences de Cavendish donnent une proportion moindre d'oxigène; mais il faut faire attention 1°. que la pesanteur spécifique de l'oxigène est plus grande que celle de

l'azote,

l'azote, à-peu-près d'un sixième; 2°. que c'est l'acide nitreux qui se produit dans l'expérience de Cavendish, et non l'acide nitrique qui contient une plus grande proportion d'oxigène.

Lorsqu'on décompose le nitre, par le moyen d'une substance métallique, ou d'une petite proportion de soufre, le gaz qui s'en dégage est dans l'état de gaz nitreux ou de gaz azote, selon les quantités de la substance employée, selon la force de l'affinité avec laquelle elle agit, et selon l'élévation de température: quand la chaleur est forte, il se dégage aussi une quantité plus ou moins considérable de gaz oxigène; le reste de l'oxigène reste combiné avec la substance employée, et lui donne différentes propriétés, selon sa nature; en même-tems l'alkali dégagé du nitre, porte son action sur la combinaison, qui vient de se former, d'où résultent des sels de différente nature, du sulfate de potasse avec le soufre.

Dans toutes les décompositions de l'acide nitrique, il se dégage plus ou moins de chaleur, dont nous devons examiner l'origine et les effets.

Lorsqu'on reproduit l'acide nitrique, par la réunion du gaz oxigène et du gaz nitreux, il ne se dégage presque point de chaleur, et l'opération faite dans le calorimètre n'occasionne que la fonte d'une très-petite quantité de glace; de sorte que le gaz oxigène perd l'état élastique, et entre dans la composition de l'acide nitrique, sans qu'il y ait presque diminution de la quantité du calorique qu'il contient.

Il ne faut donc pas donner trop de généralité à ce principe établi par Black, que la chaleur s'absorbe

dans le passage d'un liquide à l'état de fluide élastique, et se dégage, lorsque le fluide élastique reprend l'état liquide; l'affinité du résultat d'une combinaison pour le calorique peut être telle, qu'il en prenne même plus que ses composans, quoiqu'ils aient perdu l'élasticité; ainsi il y a du froid produit, c'est à dire accumulation de calorique dans la dissolution du nitre par l'eau, quoiqu'il y ait diminution de volume.

L'observation précédente ne peut s'appliquer rigoureusement qu'à la partie d'oxigène qui se trouve au-delà de la proportion qui forme le gaz nitreux; mais d'autres considérations font voir que tout l'oxigène qui est dans le nitre se trouve dans le même état.

Les expériences de Laplace et Lavoisier prouvent qu'une once de gaz oxigène, en se changeant en acide carbonique par la combustion du charbon, laisse dégager une chaleur qui fond à-peu-près 29 onces et demie de glace, et qu'une once de salpêtre fond, par sa détonation avec le charbon, 12 onces de glace: or, dans cette quantité de salpêtre, il y a quatre dixièmes d'oxigène, qui, en le supposant pourvu de tout son calorique, n'en devrait fondre qu'un peu plus de 12 onces. Une once d'air vital, en brûlant du phosphore, peut fondre 68,634 onces de glace; ce qui est la plus grande perte de calorique qui ait été observée dans la combustion; mais un poids égal de salpêtre, qui contient quatre dixièmes d'oxigène, fait fondre dans sa détonation avec le soufre 32 onces de glace: une once d'oxigène, tel qu'il est dans le nitre, fondrait donc 80 onces de glace par la combustion du soufre.

Les résultats qu'on vient de présenter sont fondés sur des données qui, comme en préviennent les auteurs, laissent une incertitude sur les quantités ; mais il ne peut y avoir aucun doute sur cette conséquence, que l'oxigène qui est dans le nitre contient à-peu-près autant de calorique que celui qui est dans l'état de gaz.

Lors donc que l'acide nitrique se décompose, il s'en dégage une quantité de chaleur qui varie selon le degré de la décomposition, et selon la quantité de calorique que conservent les combinaisons qui se sont formées : la détonation du nitre avec le charbon, donne les mêmes résultats que la combustion du même poids de charbon dans le gaz oxigène, ou dans l'air atmosphérique ; seulement l'effet est beaucoup plus instantané, et le gaz qui se dégage contient, outre l'acide carbonique, le gaz azote qui a repris l'état élastique.

Les faits que nous venons d'analyser, nous serviront à prononcer sur un point de théorie relatif à la chaleur, sur lequel les opinions sont partagées. Crawfort et quelques autres chimistes supposent que la chaleur spécifique, ou capacité de chaleur, est proportionnelle à la quantité absolue du calorique qui est contenu dans un corps, et que toute la chaleur qui se dégage, est due au seul changement de chaleur spécifique des corps dont elle provient : selon cette opinion, si on connaît la chaleur spécifique d'une substance dans un état, et celle qu'elle conserve dans un autre état, et la quantité de chaleur qui s'est dégagée pour produire ce changement, on

peut déterminer la quantité absolue de calorique qui est contenue dans cette substance à une température donnée, et la comparer avec celle des autres corps dont on connaît la chaleur spécifique relativement à elle ; ainsi, la chaleur spécifique de la glace étant d'un dixième plus petite que celle de l'eau à la température de zéro du thermomètre, on suppose qu'elle ne conserve que les $\frac{9}{10}$ du calorique de l'eau ; et comme le dixième, qu'elle a perdu dans son changement en glace, aurait pu élever l'eau à 60 degrés du thermomètre de Réaumur, on en conclud qu'en multipliant 60 par 10, le produit 600 indiquerait sur le thermomètre prolongé, l'effet de tout le calorique contenu dans l'eau, qui s'en trouverait alors totalement dépourvue, terme qui serait le zéro réel pour cette substance.

Si cette supposition avait quelque réalité, s'il y avait un rapport constant entre les capacités de chaleur des corps et la quantité de calorique qu'ils contiennent, il ne devrait y avoir qu'une très-petite différence entre la chaleur spécifique des principes qui composent l'acide nitrique, et celle de ces principes isolés, puisque leur combinaison contient réellement à-peu-près autant de calorique. Or, le gaz oxigène a, selon Crawford, près de cinq fois autant de chaleur spécifique que l'eau ; le gaz azote a lui-même une chaleur spécifique qui n'est qu'un peu plus petite que celle de l'eau. L'acide nitrique, composé d'oxigène, d'azote et d'eau, devrait donc avoir une chaleur spécifique beaucoup plus considérable que l'eau, et cependant la chaleur spécifique d'un acide nitrique

dont la pesanteur spécifique était 1,295, comparée à celle de l'eau, prise pour unité, n'a été que 0661.

Le nitrate de potasse dont les $\frac{4}{10}$ sont l'oxigène qui a conservé presque tout son calorique, devrait avoir par-là une chaleur spécifique double de celle de l'eau, indépendamment de ce qui doit lui en venir de l'alkali et de l'azote ; il a cependant une chaleur spécifique si inférieure à celle de l'eau, que celle d'une dissolution d'une partie de nitre dans huit parties d'eau, n'est que 0,818, quoique, pendant la dissolution de ce sel, il se produise du froid, que par conséquent il s'accumule du calorique, ce qui devrait, dans l'opinion de Crawfort, augmenter sa chaleur spécifique.

L'acide carbonique a, selon Crawfort, une chaleur spécifique un peu supérieure à celle de l'eau, l'azote qui n'entre que pour un cinquième dans la combinaison de l'acide, en a un peu moins que l'eau ; en combinant ces deux valeurs, on a une chaleur spécifique qui diffère peu de celle de l'eau, et par conséquent bien plus grande que celle du nitre ; de sorte que, malgré la grande déperdition de calorique qui s'est faite dans la détonation, les produits du nitre ont beaucoup plus de chaleur spécifique que le nitre lui-même ; car l'alkali a aussi un peu plus de calorique, puisqu'en le saturant d'acide nitrique, il se ferait un petit dégagement de chaleur.

Ces considérations, qui s'accordent avec celles que vous trouverez dans le mémoire sur la chaleur, auquel je ne saurais trop vous rappeler, suffisent pour prouver que la chaleur spécifique de corps n'a aucun

rapport connu avec la quantité de calorique qui s'y trouve combinée.

La poudre de guerre est composée à-peu-près de six parties de nitrate de potasse bien purifié, d'une partie de charbon et d'une partie de soufre. On choisit un charbon léger et poreux, tel que celui de Bourdaine; les procédés de fabrication ont pour but de faire un mélange exact des substances, d'en composer une pâte solide, et de la réduire en grains: dans le procédé ancien, et qui est encore le plus généralement pratiqué, le mêlange et la compression se font par des pilons mus par le moyen d'un courant d'eau sur la matière placée dans des mortiers de bois, et plus rarement sur une meule horizontale sur laquelle on fait tourner deux meules verticales; on humecte de tems en tems la matière, et au sortir de la compression, on la fait sécher jusqu'à ce qu'on puisse la grainer, en l'agitant circulairement dans un crible de peau, sur lequel elle est pressée par le mouvement d'un tourteau de bois; on achève, après cela, sa dessication. Dans le procédé imaginé par Carny, perfectionné par Chaptal, qui doit en publier bientôt une description complette, procédé qui réunit l'avantage d'être beaucoup plus expéditif, à celui d'exiger beaucoup moins d'appareil, on réduit le mêlange en poudre par le moyen de petits globes de bronze ou de pierre dans un tonneau qu'on fait tourner, et dans lequel l'axe en bois et quelques barres de bois, placées entre l'axe et les parois, rompent souvent le mouvement imprimé aux petits globes, et multiplient le frottement et la trituration; après

cela on étend le mêlange réduit en poudre sur des plateaux de bois, on l'humecte un peu, on le comprime par une forte presse, et on le graine à la manière ordinaire.

Dans la poudre, les parties de salpêtre se trouvent donc en contact intime avec des parties de charbon et des parties de soufre. Le soufre sert à donner plus de consistance au mêlange ; mais indépendamment de cette utilité, Beaumé et Darcy ont éprouvé que la poudre faite sans soufre avait beaucoup moins de force que celle où il entre une proportion convenable de cette substance ; si la quantité de soufre est trop considérable, la poudre n'a plus la même force : l'expérience a déterminé les proportions qui sont les plus convenables et qui cependant ont une certaine latitude ; la théorie doit chercher à en rendre raison.

Nous avons vu que le charbon, dans sa détonation avec le salpêtre, dégageait l'oxigène sous la forme d'acide carbonique ; qu'en même tems l'azote reprenait l'état élastique : le gaz qui se dégage d'une manière soudaine, et qui prend une grande expansion produite par le haut degré de chaleur, agit avec violence sur les obstacles qui s'opposent à son développement. Le soufre a la propriété de s'enflammer à une température plus basse que le charbon; il produit beaucoup plus de chaleur ; car une once de salpêtre avec le charbon ne fond que douze onces de glace, pendant qu'avec le soufre, elle en fond trente-deux onces ; il doit donc donner beaucoup plus d'expansion au gaz, mais celui-ci est beaucoup moins abon-

dant, car c'est le gaz azote seul. Le soufre sert donc à rendre la poudre plus facilement combustible, et à augmenter par une plus grande chaleur la dilatation du gaz et son prompt dégagement. On peut ajouter qu'en se combinant avec une partie de l'alkali sous la forme d'acide sulfurique qu'il a prise, il fait que l'alkali retient moins d acide carbonique. Ces effets se combinent dans certaines limites pour produire la plus grande action.

L'eau qui se trouvait encore dans la poudre peut aussi contribuer au phénomène; mais il ne paraît pas qu'il puisse s'en former dans l'opération avec la petite portion d'hydrogène qui est dans le charbon, parce que, dans les proportions de la poudre, l'oxigène n'est pas assez abondant, et qu'il se combine de préférence avec le charbon et le soufre.

Le gaz extrêmement dilaté, mais refroidi promptement, produit dans l'air ces ondulations vives et rapides qui sont la cause du bruit et de l'éclat.

Comme l'acide nitrique est composé de deux principes qui se trouvent dans l'atmosphère et dans plusieurs autres substances, vous concevez comment il peut se former dans beaucoup de circonstances naturelles qu'on a tâché de réunir, pour faire des nitrières artificielles.

Les circonstances les plus favorables qu'indique jusqu'à présent l'observation, sont un mélange de substances végétales et de substances animales, dont la putréfaction soit fort avancée et modérée par les premières, l'obscurité, l'action de l'air facilitée par le

renouvellement des surfaces, l'humidité entretenue par des arrosages ménagés.

Les substances animales ne doivent être qu'en petite quantité ; elles paraissent servir à fournir l'azote qui ne doit pas être dans l'état élastique, et qui, concurremment avec la base, doit déterminer l'oxigène à se fixer : les substances végétales qui pourraient suffire, parce qu'elles contiennent presque toutes plus ou moins de substance animale, servent à fournir par leur décomposition, la potasse qui est la base du salpêtre : le mêlange doit être rendu poreux, sur-tout par des vieux platras et des terres qui ont déjà été lessivées pour l'extraction du salpêtre, et qui en retiennent encore un peu.

Le salpêtre se forme dans les caves et les autres souterrains, mais principalement dans les écuries et les étables ; les platras s'en imprègnent ; il est dans l'état de nitrate de potasse, ou dans l'état de nitrate de chaux ou de magnésie : le premier est particulièrement retenu dans les platras, le nitrate de chaux et de magnésie qui sont déliquescens, se trouvent sur-tout à la surface de la terre qui forme le sol.

L'art du salpêtre consiste à réparer ces sels des matières étrangères, et sur-tout du sel marin qui s'y trouve aussi, et à substituer la ~~potasse à la~~ chaux et à la magnésie qui sont combinés avec l'acide nitrique. Le nitrate de chaux et de magnésie doivent être séparés avec soin, parce qu'ils donneraient à la poudre l'inconvénient d'attirer l'humidité de l'air : le muriate de soude a aussi cet inconvénient, quoiqu'à un degré beaucoup plus faible.

Le cit. Launoy a indiqué un moyen simple de se procurer en grande partie le salpêtre dont se trouve imprégné un mur : il consiste à couvrir ce mur d'une terre humectée ; le salpêtre qui se dissout par l'humidité, pénètre dans cette terre, et vient effleurir à sa surface : on sépare donc la terre, après quelques jours, et on la lessive ; on peut répéter ce procédé jusqu'à ce que le mur soit presqu'épuisé, et la renouveller, lorsqu'il est de nouveau salpêtré.

Sans l'appareil des nitrières artificielles en grand, on pourrait se procurer une immense quantité de salpêtre dans l'étendue de la République, si, dans les écuries et les étables, on recueillait de tems en tems la couche de terre qui se trouve sous le fumier, et si on la remplaçait par des résidus de lessives précédentes ; si ensuite on mêlait cette terre avec des débris de végétaux ; si on arrosait ce mêlange avec des eaux de fumier, en renouvellant de tems en tems ses surfaces : on procéderait ensuite au lessivage et à l'évaporation, et on établirait une succession d'opérations qui seraient également utiles à l'intérêt général et à l'intérêt particulier.

RE NATURELLE.

ſON, *Professeur.*

.ture méthodique des plantes.

.eux mille ans que les Grecs ont com-
es premières idées qui ont servi de fon-
otanique. Hypocrate nous laissa les noms
.nt trente quatre plantes différentes, et dans
: tems, Cratevas fit, en quelque façon, les
.ptions des mêmes plantes. Environ cent ans après
deux derniers auteurs, Théophraste, disciple d'Aristote, connaissait les noms de plus de cinq cents plantes; il nous laissa même des traités sur la végétation et sur la culture de ces plantes. La botanique n'était alors qu'au berceau, ou plutôt elle n'était pas encore née.

Les Romains n'écrivirent sur les plantes, qu'après la défaite de Mithridate. Parmi les dépouilles de ce grand roi, fameux d'ailleurs par la connaissance qu'il avait des plantes et des antidotes qu'il savait, dit-on, en tirer, Pompée trouva des manuscrits dans lesquels Mithridate avait rassemblé tout ce qui était connu de son tems, sur les propriétés des plantes. Ce recueil donna de l'émulation aux Romains; et Caton fut le premier qui écrivit sur l'agriculture; mais les progrès de la botanique furent si lents, que dans le commencement du premier siècle, il n'y avait encore que six cents plantes connues. Dioscoride en découvrit quatre cent dix, et il donna seule-

ment les noms des autres. Peu de tems après, Pline le naturaliste, donna plusieurs livres sur les plantes ; mais c'était plutôt une compilation des ouvrages des autres, qu'un ouvrage nouveau. Galien fit des recherches plus utiles que celles de Pline ; il trouva des choses nouvelles sur les plantes : ce grand médecin travaillait plutôt à l'avancement de la médecine, qu'à celui de la botanique ; il cherchait les propriétés médicinales, il tâchait de les expliquer ; mais n'ayant pas eu l'attention de décrire les plantes, on a peine à les reconnaître aujourd'hui. Dans le troisième siècle, Oribase, médecin de Julien l'apostat, et dans le cinquième siècle, Ætius et Paul d'Egine, écrivirent sur la botanique ; mais leurs ouvrages ne furent d'aucune utilité sur cette science ; ces auteurs suivirent aveuglément Galien ; ils connaissaient, par la tradition, les plantes dont il avait parlé, ils se mirent peu en peine de les décrire, pour assurer cette connaissance à la postérité.

Dans les trois siècles suivans, c'est-à-dire, jusqu'au huitième siècle, la botanique ne fut point cultivée ; au moins il ne nous en reste aucune notion. Les Arabes s'appliquèrent à cette science après les Grecs. En 742, Sérapion compila 79 auteurs, pour composer ses ouvrages ; cependant on ne voit rien dans ses livres, qui ne se trouve dans ceux de Dioscoride et de Galien. Dans le dixième siècle, Rahzès qui vivait du tems d'Almanzor, roi de Cordoue ; dans le douzième siècle, Mesué, en Arabie, Averoës, en Espagne, Abenbitar, sur la fin du même siècle, tous médecins arabes, travaillèrent beaucoup sur la bota-

nique ; cependant ils ne donnèrent aucune règle sur la connaissance des plantes. Il ne suffisait pas de rapporter leurs noms et leurs propriétés ; il aurait encore fallu en donner les descriptions. Chaque plante avait déjà plusieurs noms, parce que chaque auteur l'avait nommée différemment ; il n'y avait point de descriptions exactes ; on ne pouvait donc pas rapporter à une plante les noms qui lui appartenaient, et par conséquent lui attribuer les propriétés qu'on lui avait connues. Ainsi les travaux des Grecs, des Romains et des Arabes, sont presqu'entièrement infructueux pour nous. On a cru cependant que les ouvrages d'Abenbitar pourraient nous donner quelques lumières sur ceux de Dioscoride, de Galien et d'Oribase ; François I envoya Postel en Orient, pour y chercher l'ouvrage d'Abenbitar ; Postel rapporta cet ouvrage : Thevenot, de l'académie de sciences, avait projeté de le traduire ; il serait à souhaiter qu'il eût exécuté son projet.

L'ignorance fut si grande dans le treizième, le quatorzième et le quinzième siècle, que les sciences étaient à peine connues : la botanique fut entièrement négligée. L'abbesse Hildegarde, Arnaud de Villeneuve, Jacques de Dondit, Pierre Gressénti de Boulogne, Cuba, etc. donnèrent des ouvrages qui prouvent la profonde ignorance de ce tems-là. On oublia tout ce que la tradition avait conservé sur la connaissance des plantes.

Sur la fin du quinzième siècle, les sciences commencèrent à sortir du profond oubli où elles avaient été ensevelies ; on s'appliqua à la botanique, mais il

qui vinrent après eux. Cœsalpin, qui était même leur contemporain, arrangea sur ce plan un système de botanique; Morison, Ray, Knaut, Herman, Rivinus travaillèrent sur la même matière : Tournefort mit ce système dans un degré de perfection.

Il y a beaucoup de plantes connues; on en compte à présent jusqu'à 15,000, et peut-être plus : on ne pourrait en savoir le nombre, si les naturalistes n'avaient inventé l'art des divisions méthodiques; sans les méthodes, il ne serait pas possible de reconnaître les plantes, chacune en particulier, et de les distinguer les unes des autres.

Dès que les botanistes ont commencé à faire des tentatives pour distribuer les plantes méthodiquement par classes; dès que Tragus, Leonicer et Dodoens eurent fait des essais dans ce genre d'étude, depuis 1532 jusqu'à 1570, un assez grand nombre de graminées, de palmiers et de mousses semblèrent se rassembler, comme d'eux-mêmes, sous les yeux de Lobel, pour former trois classes bien caractérisées. En 1576, l'Ecluse établit la classe des champignons, et Cœsalpin, celle des ombellifères; en 1592, Zaluzianski forma les classes des malcavées et des cucurbitacées; en 1596, Gaspard Bauhin établit les classes des bulbeuses, des fougères et des plantes légumineuses; en 1680, Magnol forma la classe des amentacées; en 1687, Ray celle des verticillées; enfin, en 1694, Tournefort établit les classes des labiées, des crucifères, des rosacées, des semi-flosculeuses, des flosculeuses et des radiées : ces trois dernières

nières classes ont été réunies, par Vaillant, en une seule classe, sous le nom de composées.

Les plantes comprises dans chacune des classes dont je viens de faire mention, ont plus de rapports, c'est-à-dire, de caractères communs entr'elles qu'avec les autres plantes. Magnol est le premier botaniste qui ait fait remarquer dans les plantes « une affinité suivant les degrés de laquelle, dit-il, on pourrait les ranger en diverses familles, comme on range les animaux ; ces familles ont des signes distinctifs certains. »

« Cette relation entre les animaux et les végétaux m'a donné occasion de réduire les plantes en certaines familles, par comparaison aux familles des hommes ; et comme il m'a paru impossible de tirer les caractères de ces familles de la seule fructification, j'ai choisi les parties des plantes, où se rencontrent les principales notes caractéristiques, telles que les racines, les tiges, les fleurs et les graines : il y a même dans nombre de plantes une certaine similitude, une affinité qui ne consiste pas dans les parties considérées séparément, mais en total (1). »

En effet, l'opinion de Magnol est très-bien fondée : pour caractériser une plante à l'exclusion des autres, on est le plus souvent obligé d'employer toutes sortes de moyens ; on s'expose à de grands inconvéniens, lorsque l'on s'astreint dans un système de botanique,

---

(1) Voyez Adanson, famille des plantes, première partie, préface, pag......

à ne l'établir que sur des caractères tirés de quelques parties des plantes.

Les parties de la fructification étaient connues, dès le tems des Grecs, avant Théophraste. « Quoique cette découverte ait été citée par Pline ; reconnue, en 1592, par Zaluzianski ; en 1650, par J. Bauhin ; prouvée, en 1676, par Grew et Malpighi ; par Rai, en 1682 ; par Camérarius, en 1694 ; par Waldchmied, en 1705 ; par Gakenholtz, en 1706 ; par Vaillant, en 1717.

» Quoique Boerrhave ait employé, dès l'an 1710, la considération des étamines et des pistils, pour caractériser ces genres, comme Linné en convient ; quoique l'idée d'une méthode fondée sur le sexe des plantes soit due à Burkard, néanmoins l'exécution de cette méthode est neuve et due à Linné : c'est même, de toutes les méthodes que nous connaissons, celle qui mérite le plus le nom de systême, parce qu'elle suit plus son objet, ne portant dans la distribution des classes, que sur une seule partie, les étamines (1). »

Linné a été le premier, que je sache, qui ait regardé les familles des plantes, comme naturelles ; cette idée était bien d'accord avec celle qu'il avait de son systême de nomenclature, qu'il donnait pour être le systême de la nature, *systema naturæ*. Le rassemblement des plantes, qui composent chacune de ces familles, ne peut être regardé comme naturel, que par la conve-

---

(1) Idem, pag. 11.

nance qui se trouve entre ces plantes, en ce qu'il y a plus de ressemblances que de différences. Mais, si l'on ne considère que les différences, leur rassemblement n'est pas naturel : il n'y a que la collection des individus d'une même espèce qui soit vraiment naturelle, parce qu'ils sont tous essentiellement semblables.

Cependant, de tous les arrangemens que l'on a imaginés, pour les distributions méthodiques des plantes, il n'y en a point de plus naturel que celui des familles, dans le sens que j'ai indiqué.

Les familles des plantes sont encore un des meilleurs moyens de reconnaître le degré de perfection d'un systême ou d'une méthode de botanique : plus ils conservent de familles de plantes dans leur entier, sans démembrement, plus ils sont réguliers, et plus ils s'approchent de la nature ; moins il y a d'exceptions dans les systêmes et les méthodes, moins ils sont défectueux et fautifs : enfin, ils sont d'autant meilleurs que l'application des caractères sur lesquels ils sont établis, est plus facile pour l'étude.

Lorsque le caractère qui désigne une classe ou un genre manque dans quelques unes des espèces qui y sont comprises, on dit que c'est une exception ; c'est une grande faute dans le systême ou dans la méthode, puisque l'espèce où le caractère fondamental manque, ne peut pas être rapportée à sa classe ou à son genre.

Lorsqu'il est difficile de reconnaître sur les plantes, les caractères distinctifs indiqués dans le systême ou dans la méthode, c'est un grand embarras pour les

étudians, qui peut les dégoûter, ou au moins qui leur donne plus de peine, et leur prend plus de tems, que si le systême ou la méthode eussent été moins difficiles dans la pratique.

Appliquons ces trois moyens de juger du mérite des systêmes ou des méthodes.

La méthode de Tournefort est divisée en vingt-deux classes établies, pour la plûpart, sur la corolle, c'est-à-dire, sur les pétales ou feuilles de la fleur; les caractères des genres sont tirés du fruit. Cette méthode conserve presque toutes les familles naturelles des plantes, sans démembrement. Elle n'est sujette qu'à un petit nombre d'exceptions, il est très-facile de reconnaître ses caractères sur les plantes.

Le systême de Linné est composé de vingt-quatre classes établies sur le nombre, la proportion, la connexion et la position des étamines; les ordres ou sous-divisions des classes sont fondés sur le nombre des styles, excepté dans les vingt-unième, vingt-deuxième et vingt-troisième classes qui renferment les plantes unisexuelles, ou dont les étamines sont séparées des pistils: l'auteur a employé alors le nombre des étamines pour établir ses ordres; les genres ou sous-divisions des ordres le sont sur l'ensemble des parties de la fructification.

Ce systême ne conserve que quatre familles naturelles sans démembrement. Il est sujet à beaucoup d'exceptions, et difficile dans la pratique, à cause de la petitesse d'un très-grand nombre de fleurs.

La méthode de Jussieu est fondée sur les lobes ou cotylédons, et sur l'insertion des étamines sous

le pistil, au calice, et sur le pistil. Les caractères des ordres ou familles sont pris de toutes les parties des plantes considérées dans leur ensemble, et ceux des genres sont tirés des organes de la fructification.

Cette méthode a l'avantage de conserver toutes les familles des plantes, chacune dans son entier, sans démembrement; mais elle est sujette à beaucoup d'exceptions, et souvent difficile dans la pratique, pour reconnaître l'insertion des étamines, et le nombre des lobes dans les très-petites graines, lorsqu'on ne les voit pas lever.

La méthode de Tournefort est préférable au systême de Linné, en ce qu'elle conserve plus de familles entières, qu'elle a moins d'exceptions, et qu'elle est plus facile. Cette méthode est au-dessous de la méthode de Jussieu par le démembrement de quatre familles naturelles ; si on les rétablit dans leur entier, comme il est possible, alors cette méthode sera la meilleure, puisqu'elle a moins d'exceptions, et qu'elle est plus facile dans la pratique.

La méthode de Tournefort est plus intéressante que le systême de Linné, et que la méthode de Jussieu, par les objets attrayans qu'elle nous présente, des fleurs et des fruits. La plus belle partie de la fleur, la corolle, plaît aux yeux, en fixant l'attention sur les caractères distinctifs des classes. La diversité des fruits charme l'ennui que pourraient donner les nombreuses suites de genres. Tournefort avait autant de goût que de savoir; il a répandu sur l'étude des plantes un agrément qui attire les commençans, et un plaisir qui soutient leur zèle ; il

présente des roses, en écartant les épines; c'est ainsi qu'il faudrait ouvrir la carrière de toutes les sciences, en applanissant les obstacles qui pourraient arrêter les étudians.

On blâme Tournefort d'avoir séparé les arbres et les arbrisseaux des autres plantes; j'aimerais mieux le louer d'avoir présumé que l'organisation d'un arbre devait être assez différente de celle d'une herbe, pour faire une division des classes de sa méthode. Il paraît que l'auteur n'a été déterminé à cette division, que par instinct; car on ne trouve dans ses institutions que de courtes notions des organes intérieurs des plantes. Il est à souhaiter que le botanistes s'occupent, plus qu'ils ne l'ont fait jusqu'à présent, de ces organes; ils en tireront des caractères distinctifs qui contribueront, avec les caractères extérieurs, à déterminer les divisions méthodiques.

Il est à propos d'exposer ici l'opinion du citoyen Adanson, sur le mérite de la méthode de Tournefort. Je vais rapporter les propres termes de ce célèbre botaniste, tels qu'il les a publiés en 1763 dans son livre intitulé : *Familles des Plantes*, première partie, page 100.

« Si l'on convient qu'il ne faut qu'une méthode
» pour mettre de l'ordre dans nos connaissances,
» en étudiant la botanique, et que de deux ou plu-
» sieurs méthodes également bonnes, il faut choisir
» la plus facile et la plus commode, il n'est pas
» douteux que celle de Tournefort ait ces qualités,
» et étant d'ailleurs plus parfaite que toutes les
» autres, ne mérite la préférence sur elles. Elle est

» plus parfaite, si elle est plus conforme à la
» nature, en conservant plus de classes naturelles;
» et c'est ce qu'on a suffisamment démontré. Du
» degré de bonté d'une méthode ne s'ensuit pas
» pour cela un égal degré de facilité: cela dépend
» moins de sa perfection, que de sa simplicité:
» celle de Rivin est beaucoup plus facile que vingt
» autres, parce qu'elle est beaucoup plus simple dans
» son principe. On peut dire la même chose de
» celle de Tournefort; elle peut se passer plus
» aisément que toute autre de l'usage du micros-
» cope, et elle n'exige que la connaissance de qua-
» torze figures de corolles pour la distinction de ses
» vingt-deux classes, qu'on peut réduire à dix-sept,
» comme je l'ai fait autrefois pour mon usage. Il
» n'appartient pas tant au raisonnement de prou-
» ver la bonté d'une méthode, qu'à la commodité,
» la clarté, et peut-être aussi à un certain agrément
» qu'on y trouve; et c'est sur ces principes que le
» public peut juger de celle de Tournefort. Il est
» vrai qu'elle n'est pas universelle; il y a des plantes
» qui n'ont ni fleurs, ni fruits, ou qui les ont invi-
» sibles; et comme, dans une méthode, il faut
» des marques sensibles et manifestes aux yeux, il
» désigne les classes de ces plantes par l'absence de
» ces parties: mais ces plantes sont en petit nombre,
» et ne font qu'une petite brêche à l'universalité
» de sa méthode, qui se trouve encore plus uni-
» verselle qu'aucun autre, parce que, comme nous
» l'avons dit, toutes souffrent des exceptions sem-
» blables, qui ne diffèrent que du plus au moins.

» Tournefort n'a pas prétendu suivre ou imiter la
» nature, qui ne paraît pas trop s'être mise en
» peine d'un systême ; car un systême naturel aurait
» des règles sans exceptions : il s'est contenté d'un
» systême artificiel, et d'établir un ordre arbitraire
» le moins défectueux qu'il fût possible.

» Tous ces motifs pesés et balancés avec équité,
» la méthode de Tournefort nous paraît mériter la
» préférence pour l'étude de la botanique ; et ce qui
» doit nous inspirer plus d'estime et de confiance,
» c'est de voir que depuis près d'un siècle elle ait
» conservé une supériorité singulière sur toutes celles
» qui ont paru depuis ; d'où il est aisé de juger
» combien ce grand homme avait devancé et laissé
» derrière lui les premiers botanistes de son tems,
» et qu'il n'y avait qu'un botaniste aussi consommé
» et aussi pénétrant, qui pût présenter une science
» très-vaste et très-confuse, dans un tableau aussi
» clair et aussi abrégé qu'il l'a fait. »

Jusqu'en 1763, tems auquel le citoyen Adanson publiait son opinion sur la méthode de Tournefort, cette méthode était regardée comme la meilleure, qui méritait plus d'estime et de confiance que toute autre méthode de botanique. A présent celle de Tournefort n'est pas moins bonne qu'elle n'était alors ; cependant elle est dominée par le systême de Linné, qui est le plus en vogue. Cette préférence est venue de ce que Linné a substitué dans son systême de bonnes descriptions aux phrases de la méthode de Tournefort, et qu'il a indiqué chaque espèce de plante par une seule dénomination, qu'il appelle

mal-à-propos le nom trivial, tandis qu'il est le plus important et le plus commode pour les étudians. La méthode de Tournefort est susceptible de tous ces avantages.

ART DE LA PAROLE.

SICARD, *Professeur.*

CITOYENS, dans la précédente séance, je vous ai exposé le tableau qui m'a servi à introduire le sourd-muet à la connaissance des idées métaphysiques; mais ce tableau, vous n'avez fait que le voir en passant. J'ai amené trois sourds-muets, et si aujourd'hui nous avons le tems, un d'eux enseignera à l'autre à connaître et à définir les mots écrits sur ce tableau.

Il fallait d'abord trouver un moyen de comparaison entre les idées plus connues et les idées moins connues; j'ai commencé par apprendre, au sourd-muet, à connaître et à distinguer les principes de toutes les opérations qui émanent de lui; j'ai tâché de trouver ces principes, et de faire remarquer de l'analogie dans leurs opérations.

J'ai fait voir qu'il ne pouvait y en avoir que de trois sortes, de *physiques*, d'*intellectuelles*, et de *morales*; qu'elles fournissaient, toutes les trois, trois séries d'opérations; que chaque série n'était que le même élément plus ou moins prononcé; qu'ainsi toutes les opérations de l'intelligence n'étaient que

l'idée, toutes les opérations morales *la volonté*, toutes les opérations de l'œil physique ou organique *le voir*.

J'ai reçu, à ce propos, une lettre d'un de vous, sur le mot *penser*; j'en ajourne la réponse à la séance, qui est principalement consacrée à la conférence sur ces objets.

J'ai fait choix des mots qui me paraissent les plus abstraits; j'en ai apporté la note; je vais en faire la lecture.

Idées qui appartiennent à l'œil physique.

Voir,
Regarder,
Fixer,
Considérer,
Pénétrer.

Idées qui appartiennent à l'œil intellectuel.

Idéer,
Penser,
Méditer,
Réfléchir,
Approfondir.

Viennent ensuite celles qui appartiennent à celles-là.

Comparer, *juger*, *douter*, *croire*, *être incertain*, *hésiter*, *être indéterminé*, *étudier*, *comprendre*, *concevoir*, *apprendre*, *savoir*, *se souvenir*, *oublier*, *pénétrer*, *découvrir*.

Tous ces mots-là, citoyens, doivent dériver et descendre, sans interruption, du mot *idéer*; si cela

n'était pas, il me serait impossible de jamais les faire entendre au sourd-muet. *L'abbé de Condillac* fait tout descendre comme moi de *l'idée*; mais qu'aussitôt qu'il a fait entendre le mot *idée*, il passe au mot *attention*, qui, selon lui, est *l'idée* plus ou moins prononcée, et à son tour *l'attention*, plus ou moins prononcée, produit toutes les opérations de l'esprit.

Il ne peut y avoir deux opinions, deux manières de voir sur cet objet; il ne peut tout au plus y avoir que des mots différens : ainsi l'un dira que la source de toutes les opérations intellectuelles, c'est la *sensation*, l'autre dira que c'est *l'idée*, l'autre que c'est *l'attention*; et tous les trois diront la même chose. J'ai choisi *l'idée*, parce que cela m'était plus commode, parce que le mot *idéer* est correspondant au mot *voir*, parce que j'avais besoin de partir, avec le sourd-muet, d'un point parfaitement intelligible, et parfaitement bien convenu entre lui et moi.

Il s'agit maintenant de replacer le tableau, de remettre les élémens, et de déterminer tous ces mots-là.

Je vous ai parlé des opérations de l'œil organique et de l'intelligence, et je ne vous ai rien dit des opérations de la volonté, et cependant la volonté a aussi sa série. La voici :

Vouloir,
Desirer,
Affectionner,
Aimer,
Se passionner.

Il y a ensuite, appartenant à cette même famille,

haïr, *détester*, *abhorrer* ; il y a aussi, *craindre*, *avoir peur*, *avoir appréhension*, *avoir frayeur*, *être épouvanté*, *avoir de la terreur*, tout cela appartient à la volonté.

L'élève va commencer par les opérations organiques, et vous voyez que cet enfant écrit d'après la dictée de Massieu, son répétiteur.

Voir.	voir.	examiner.
Voir, voir	regarder	
Voir, voir, voir.	fixer.	
Voir, voir, voir, voir. .	considérer.	
Voir, voir, voir, voir, voir. .	pénétrer.	

Avant d'aller plus loin ; vous observerez d'abord *voir* tout simple, c'est la première opération de l'œil ; la seconde est *regarder*. Quand nous ouvrons les yeux, nous *voyons* sans pouvoir nous en empêcher les objets qui frappent nos yeux. Pour regarder, il faut porter les yeux, déterminer les yeux, et les fixer, les arrêter sur un objet : il faut enfin de l'intention pour *regarder*. Voici comment je l'expliquerai, en faisant écrire deux fois *voir*.

Le premier *voir* est le *voir*, en quelque sorte, involontaire (1) ; le second est le commencement de l'attention ; le troisième est *fixer*, et réellement quand on a regardé, on peut ne plus voir : mais aussitôt que l'on fixe les yeux, que l'on tourne les yeux sur un objet, les trois *voir* doivent donner pour résultat *fixer* ; le quatrième donne *considérer*, ce mot signifie *porter les yeux sur tous les côtés d'un objet* ; et si on

(1) L'explication de cette contradiction apparente dans ces deux termes a été donnée ailleurs.

fait plus que cela, si on regarde encore dans l'objet, alors on *pénètre;* ce mot est composé des mots latins, *penès intrare;* et le résultat de tout cela. c'est *l'examen:* pour *examiner* une chose, il faut la *pénétrer*; pour la *pénétrér*, il faut la *considérer*; pour la *considérer*, il faut la *regarder;* pour la *regarder*, il faut la *voir.*

Maintenant nous sommes sûrs de cette échelle; nous sommes sûrs que le mot *examiner* doit résultér de tous ces mots, et être par conséquent bien entendu. L'élève voit bien que l'idée d'*examiner* se compose de celles qui précèdent. Toutes les opérations de l'œil ont *voir* pour élément, toutes les opérations intellectuelles ont *idéer;* je n'ai besoin que de bien faire connaître ces deux mots, et les deux familles sont connues; je vais donc demander à mon élève *qu'est-ce que voir?* ou plutôt *que fait-on quand on voit?* Nous verrons ce qu'il nous répondra.

D. *Que fait-on quand on voit?*

R. *L'on ouvre les yeux*; *on reçoit sur ses yeux les rayons de lumière réfléchis par des objets*, *et les rayons ainsi réfléchis font connaître ces objets.*

Il est possible, citoyens, que l'exactitude de cette réponse vous fasse soupçonner qu'elle a été préparée, que ce soit ma réponse, et que mon élève ne soit que mon instrument; il est possible qu'il n'entende pas les mots qui composent cette réponse; et un enfant ne peut répondre ainsi qu'autant qu'il entend ces mots-là; car si les mots: *lumière*, *rayon*, *réfléchir*, *objet*, l'arrêtent, ce n'est plus un être raisonnable, c'est un perroquet qui ne fait que répéter des sons

Sa réponse détruit le systême des idées innées.

Il est certain que qui dit *idéer*, dit *image*; qui dit *image*, suppose un *original* dont cette idée est la copie: or, cet original doit donc avoir frappé les yeux du corps, pour être apperçu par les yeux de l'esprit, et pour être ensuite conservé dans l'entendement.

A la prochaine séance, nous acheverons l'explication de ce tableau.

TRENTE-NEUVIÈME SÉANCE.

(13 *Germinal*)

GÉOGRAPHIE.

MENTELLE, *Professeur.*

Je vais continuer à vous exposer les erreurs des anciens géographes; et il en résultera pour vous un nouveau degré de conviction sur l'insuffisance des matériaux historiques que nous ont fournis les Grecs. Ceci porte, selon moi, jusqu'à la démonstration, l'existence d'un très-ancien peuple, déjà soupçonné par plusieurs écrivains philosophes, mais dont aucun n'a donné de preuves aussi directes. J'en étais resté à Pythéas, qui avait précédé Eratosthènes.

Pythéas. Pour se former une idée de la confiance que méritent les récits de ce voyageur géographe, il faut d'abord remarquer qu'il assurait avoir trouvé

à

à *Marseille* et à Bysance le jour du solstice d'été le rapport de l'ombre au gnomon (1) comme 120 est à 42, moins un cinquième.

Cette proposition devait donner pour la hauteur du soleil 19 degrés 12 minutes 0 seconde.

Il y faut ajouter l'inclinaison de l'écliptique, telle que la donne Eratosthènes qui vivait peu de tems après Pythéas, 23 degrés 51 minutes 15 secondes ; et l'on aura pour la latitude de ces deux villes 43 degrés 3 minutes 15 secondes.

Supposons, pour un instant, que Pythéas se soit servi pour ses observations, d'un gnomon, terminé en pointe ; il deviendra nécessaire d'ajouter 15 minutes pour l'erreur que la pénombre lui donnait, et l'on aura pour l'observation corrigée, 43 degrés 18 minutes 15 secondes.

Il est remarquable sans doute, que c'est à 30 minutes près, la vraie latitude de Marseille, telle que la donne la connaissance des tems (2).

Mais quand il dit que la latitude de Bysance est la même que celle de Marseille, et qu'il l'a mesurée ; on voit qu'il ment, puisqu'il y a une erreur de 2 degrés 16 minutes 51 secondes ; car Bysance qui

---

(1) Par gnomon, on entend ici une verge de fer ou de bois placée en terre, et dont on compare la mésure à la longueur de son ombre à midi. On sent bien que cette longueur doit varier, selon que le soleil est rapproché ou éloigné de notre Zénith.

(2) 43 degrés 17 minutes 45 secondes.

n'a pas changé de place, et n'a fait que s'aggrandir, est à 41 degrés 1 minute 10 secondes.

Or, comme il n'est pas possible d'accorder à un observateur autant d'adresse et autant de mal-adresse, tout à-la-fois; on doit conclure que Pythéas n'a jamais observé l'une de ces latitudes, et peut-être ni l'une ni l'autre; il aura probablement trouvé la première dans quelqu'ouvrage connu de son tems, et il aura pris l'autre dans l'opinion des navigateurs qui n'en savaient pas davantage.

Il y a plus : Pythéas savait qu'après le cap *Sacrum* de l'Ibérie, la côte remontait au nord : mais il ne paraît pas avoir connu le golfe de Gascogne, compris entre le cap Ortégal et celui d'Ouessant.

Je supprime plusieurs autres erreurs de Pythéas, qui ne connaissait bien ni la direction des côtes occidentales de la Gaule, ni la position exacte des îles britanniques, pour arriver à ce qu'il dit de *Thule*, prétendu terme de sa navigation à 46,300 stades de l'équateur, qui répondent à 66 degrés 8 minutes 34 secondes de latitude.

Il disait y avoir remarqué que le tropique d'été y servait de cercle arctique, c'est-à-dire, que sa partie méridionale ne faisait que toucher l'horizon, sans jamais s'y plonger; on croirait en effet par ce rapport conforme au faits, qu'il avait été sur les lieux : beaucoup d'auteurs l'ont cru, et l'ont cité comme un fait constant; mais toute confiance s'évanouit, lorsqu'il ajoute que les jours y durent six mois sans interruption, et les nuits autant. C'est faire assez connaître qu'il n'y a jamais été, dans quelque saison

que ce fût, car il y aurait appris que le plus long jour, n'y est que de 24 heures; et la théorie, s'il en avait eu, lui aurait donné seulement pour le pôle, le jour de six mois.

Et même le simple raisonnement eût dû lui démontrer son erreur : car, après avoir dit que dans le nord de la Bretagne le plus long jour était de 19 heures; il ajoute qu'à six journées de navigation au-delà, les jours étaient de six mois : pouvait-il prétendre avoir en six jours, franchi un espace de 29 degrés, ou 20,300 stades ? Mais l'ignorance et le mensonge ne combinent pas les faits, ou les combinent mal-adroitement.

Pythéas ajoute des fables à ses erreurs, quand il dit que le flux et le reflux cessaient de se faire sentir, lorsqu'après avoir passé le détroit de Gadès (détroit de Gibraltar), on était parvenu au cap *Sacrum*, et qu'il assure ensuite qu'au-dessus de la Bretagne le reflux montait à la hauteur de 80 coudées; de même lorsqu'il dit que dans les environs de *Thule*, il n'y avait plus ni terre, ni mer, ni air, mais un composé de tous ces élémens, que l'on ne pouvait ni y marcher ni y naviguer; on voit qu'il avait bâti ce conte sur ce qui lui avait été rapporté, avec exagération peut-être, des glaces du nord.

Cependant, au milieu de ces mensonges, on trouve un fond de vérité incontestable, que Pythéas ne pouvait deviner, qu'aucun Grec ne savait avant lui, et que l'on n'a pu vérifier que long-tems après son siècle.

1°. L'existence du promontoire *Calbium*(C. d'Oues-

sant), qu'à la vérité il plaçait plus à l'ouest que le promontoire *Sacrum* (1), ce qui est le contraire.

2°. Il fait mention de l'île *Basilia*, qui doit être la Scandinavie.

3°. A 2 degrés 23 minutes près, il avait donné la latitude des parties les plus septentrionales de l'île d'*Albium*, ou l'Angleterre.

4°. La position de Thule, qui ne peut être que l'Islande.

On doit observer aussi que la justesse des latitudes indiquées par Pythéas prouve que, dans les matériaux qu'il employait, on avait fait usage du stade de 700 au degré du grand cercle. Par conséquent cette évaluation était antérieure à Eratosthènes, qui se l'était appropriée, en disant qu'il l'avait conclue de la distance de Syène à Alexandrie.

Ainsi Pythéas, comme Eratosthènes, employaient des matériaux qu'ils défiguraient et n'entendaient pas.

Hypparque. Hypparque, dont le nom est avantageusement connu en astronomie, parut après Eratosthènes, et sentit que la géographie ne pouvait faire de progrès sans le secours des observations astronomiques; il fit en effet un grand travail sur les apparences célestes, rapportées à chaque degré du méridien de Rhodes; et Ptolémée nous apprend que cet astronome s'étant procuré quelques observations d'éclipses, il s'en servit pour déterminer les longitudes de plusieurs villes : mais il n'avait pas sous les yeux les matériaux qui avaient servi aux grandes bases du travail d'Eratos-

---

(1) Ouessant à 7 degrés 24 minutes 33 secondes à l'ouest, le cap Saint-Vincent à 10 degrés 52 minutes.

thènes, et par exemple, il soutenait que l'océan qui environne la terre, ne formait pas une seule mer; mais qu'il était partagé par de grands isthmes, qui le divisaient en plusieurs bassins particuliers. Ses opinions renferment encore d'autres erreurs : comme d'ailleurs Hypparque avait le génie des mathématiques; qu'il en a fait en astronomie plusieurs fois un usage très-heureux; on présume que c'est à lui que l'on doit la méthode des projections, inconnue à Eratosthènes, et connue au tems de Ptolémée.

Posidonius. Un autre mathématicien, Posidonius, vint encore jeter de la confusion dans les connaissances géographiques. Une opinion défavorable aux travaux d'Eratosthènes, que l'on accusait de plagiat, porta sans doute Posidonius à faire de nouvelles opérations sur la mesure de la terre. Dans un premier calcul, il admit 666 stades au degré; dans un second, il n'évalua le stade qu'à 500, et la circonférence à 180,000; cette mesure fut adoptée par l'école d'Alexandrie.

Et comme le parallèle tracé du cap *Sacrum* au Gange n'étant pas un des grands cercles, et selon lui étant plus petit de $\frac{1}{5}$, il n'y compte la stade qu'à raison de 400 par degrés; il admet bien 70,000 stades que l'on comptait du *cap Sacrum* au Gange; mais il prétendit qu'elles embrassaient à-peu-près la moitié du parallèle, qui, à raison de 400 par degré, n'en pouvaient contenir que 144,000, dont la moitié est 72,000; mais en divisant cette distance en degrés de 400 stades il éloigna l'embouchure du Gange à la distance de 170 degrés; ainsi il ajoutait à l'erreur d'Eratosthènes.

Cependant, malgré beaucoup d'autres erreurs, il entreprit de prouver, contre l'opinion d'Hypparque, que l'on pouvait naviguer autour de l'Afrique.

Strabon. Cet auteur dont le nom est si imposant en géographie, parce qu'il est exact dans ses récits, et qu'il avait recueilli presque tous ses matériaux sur les lieux-mêmes, n'avait pas en géographie-mathématique des connaissances plus exactes que les auteurs précédens. Ce n'est pas que d'abord il ne cherche à donner une idée de l'ensemble des terres et des mers, en indiquant la distance qu'il croit exister entre les principaux points. On voit qu'il avait des cartes sous les yeux, mais elles étaient construites d'après des systêmes différens : de-là les contradictions qui se trouvent dans son ouvrage. Je ne vous fatiguerai pas de l'exposition de toutes les erreurs mathématiques que présente cet auteur ; je dirai seulement qu'en latitude, il paraît qu'il plaçait le tropique au 24e. degré.

Il plaçait Marseille plus méridionale que Bysance, de 2,400 stades, ou de 2 degrés 16 minutes 21 secondes.

En longitude, il admettait du cap *Sacrum* à *Thinæ* un peu moins de 70,000 stades, et 28,000 seulement de ce même cap à *Issus*.

Mais comme la lecture de Strabon n'est pas à la portée du commun des lecteurs, puisqu'il est en grec et qu'il n'en existe pas de traduction imprimée en français, mais seulement en latin : que d'ailleurs ces espèces de rapprochemens quoique très-intéressans, relativement à l'état de la science, chez les anciens, sont pénibles et fastidieux ; je vais présenter ici un précis

des opinions de Strabon sur les formes, et la disposition des grandes parties de la terre alors connue.

Ibérie ou *Hispanie*. Strabon regardait le cap *Sacrum* en Ibérie, comme le point le plus occidental de la terre : mais il croyait que ce cap, que Gadès et que Rhodes étaient sous un même parallèle.

Il donnait à la chaîne des Pyrénées, une direction du sud au nord, dans l'étendue de 2,400 stades.

Il dit qu'à l'extrêmité du nord de ces montagnes, la mer forme un grand golfe, tourné vers le septentrion et la Bretagne, qu'on le nomme golfe gaulois; il fait encore d'autres méprises que je supprime.

La Gaule. Strabon la défigurait étrangement; car il faisait couler directement au nord la *Garonne*, la *Loire*, la *Seine* et le *Rhin*. Il n'admettait pas le cap *Calbium* (d'Ouessant), qu'avait connu Ératosthènes, et terminait la Gaule en allant du sud-ouest au nord-est, par une côte qui s'étendait des Pyrénées à l'embouchure du Rhin.

La *Bretagne*. En face de la Gaule au nord, Strabon place la Bretagne, ayant selon lui, la forme d'un triangle, dont le grand côté s'étend le long des côtes de la Gaule, auxquelles il est, d'après lui, parfaitement parallèle. Le cap *Cantium* à l'est, devait se trouver vis-à vis les bouches du Rhin, et le cap le plus occidental vis-à-vis l'Aquitaine et les Pyrénées. Du cap *Cantium* (à l'est de Douvres), à l'embouchure du Rhin, l'espace n'était, selon lui, que de 320 stades, et de l'un des rivages on pouvait, dit-il, aisément appercevoir l'autre. C'était à-peu-près placer l'embouchure du Rhin à Calais.

Au nord de la Bretagne, il plaçait *Ierne* (l'Irlande), que l'on croyait être plus large que longue et qui, au tems de Strabon, était le terme des navigations, car il n'admettait ni l'île de *Thule*, ni les hautes latitudes dont avait parlé Pythéas; ainsi la géographie avait réellement perdu, à mesure qu'on s'éloignait du peuple qui l'avait mieux connue.

La *Germanie*. Au-delà du Rhin, on connaissait la Germanie jusqu'à l'Elbe. Strabon donne à-peu près la direction de ces fleuves; mais il avoue qu'après l'Elbe, tout lui est absolument inconnu; il croyait qu'au-delà de ce fleuve, la côte s'avançait au levant jusqu'à la mer Caspienne.

L'*Italie*. Strabon donne une direction à l'Italie assez différente de celle que nous connaissons, et défigure entièrement la Sicile. Vous en allez juger, le passage n'est pas long.

« Il faut considérer, dit-il, le cap Pelore (qui » est au nord-est), comme le plus septentrional de » la Sicile, de sorte qu'une ligne tirée de-là au cap » *Pachynum* (au sud-est), sera une ligne dirigée vers » l'orient, en regardant le nord; elle forme la côte » qui s'étend le long du détroit; il faut aussi courber » un peu de ce côté vers l'orient d'hyver; car c'est » le gissement de cette côte depuis Catane jusqu'à » Syracuse et le *Pachynum*.

» La côte qui s'étend du *Pachynum* au cap Lilybée » (cap Beo à l'ouest), plus occidental que celui de » Pelore, peut être considérée comme tendante au » sud et à l'ouest, et sera tournée en même-tems du » côté de l'est et du côté du sud.

» Enfin le troisième côté qui s'étend de Lilybée
» au cap Pelore; doit s'avancer obliquement vers
» l'est, et regarder entre le nord et l'ouest; car cette
» côte a l'Italie au nord et la mer de Tyrrhénie avec
» les îles Eoliennes au couchant. »

L'Afrique. Les mesures que donne Strabon, concernant la côte d'Afrique, et ce qu'il dit que, quand on entre de l'Océan dans la Méditerannée, la côte s'écarte considérablement à gauche, prouve que, par l'ensemble général, il consultait une ou plusieurs cartes, construites d'après certaines opinions, et que, dans les détails, il en consultait d'autres, ou simplement des récits de voyageurs.

Il ne donnait à la méditerranée que 5,000 stades de largeur, dans la partie où se trouve la Sardaigne et la Corse; et ce qui prouve qu'il ne croyait pas ces deux îles sous le même méridien, c'est qu'en réunissant leur longueur et les mêmes intermédiaires, on trouve 5,500 stades.

L'Asie mineure. Il plaçait Sinope et *Amsus* à la même latitude que Bysance, quoiqu'elles soient plus méridionales.

Il y a une singulière contradiction entre les opinions de cet auteur sur l'embouchure du Tanaïs;
» personne, dit-il dans un endroit, n'a supposé que
» le *Tanaïs* vînt de l'Orient. En effet, ajoute-t-il,
» si c'était sa direction, elle ne serait pas vis-à-vis
» celle du Nil. Or, les meilleurs auteurs, continue-
» t-il, prétendent que le Nil et le *Tanaïs* sont, en
» quelque sorte, diamètralement opposés, et qu'un

» méridien trace le cours de ces deux fleuves. Cepen-
» dant, il dit ailleurs, qu'Alexandrie et le Borysthè-
» nes sont sous le même méridien, ce qui suppose
» le Tanaïs plus à l'Est. »

Un examen plus détaillé nous montrerait une foule d'autres erreurs dans ce même géographe. Il en serait de même du géographe suivant, que Ptolémée nous a fait connaître.

Marin de Tyr. Ce géographe vivait vers la fin du premier siècle de l'ère chrétienne. L'étendue de ses travaux paraît lui avoir acquis, dans son tems, une grande réputation. Cependant Ptolémée, qui nous l'a fait connaître, lui reproche de grandes erreurs; et en effet, il faisait une très-grande faute, en établissant les bases de sa graduation sur le parallèle de Rhodes, parce qu'il y rapporta toutes les mesures en longitude dans une largeur de 87 degrés. Les principales erreurs qui résultent du systême de ce géographe, sont très sensibles.

Il donnait à la Méditerranée, depuis le détroit jusqu'à *Issus*, 62 degrés, tandis que, d'après les observations modernes, l'intervalle n'est que de 41 degrés 30 minutes.

Depuis le cap *Sacrum* jusqu'au promontoire *Comaria* (c. Comorin), à l'extrêmité de la presqu'île occidentale de l'Inde, la distance était, selon lui, de 119 degrés 15 minutes, quoiqu'elle ne soit réellement que de 85 degrés 35 minutes.

L'intervalle entre le cap *Sacrum* et l'embouchure orientale du Gange, y est fixé, d'après ses mesures,

à 168 degrés 10 minutes, quoiqu'il n'y ait réellement que 99 degrés 23 minutes 48 secondes.

Enfin, à partir du même cap jusqu'à *Thinæ*, qui paraît être la ville actuelle de Tanasserim, il comptait 225 degrés 40 minutes, quoique les observations modernes ne donnent que 106 degrés 27 minutes.

Il résulte donc, en comparant les opinions de cet ancien et les calculs exacts des modernes, que Marin de Tyr s'est trompé de plus de 410 lieues, sur la longueur de la méditerranée; de plus de 800 lieues en ligne droite, de l'Espagne au Gange, et de près de 3,000 lieues, ou du tiers de la circonférence du globe, sur la distance de *Thinæ*.

Remarquons, s'il vous plait, ceci; c'est qu'aucun monument géographique ne présente une masse d'erreurs si énormes, en les comparant à celles qu'Eratosthènes avait commises, dans un tems où la Grèce commençait à peine à cultiver les sciences. C'est donc une nouvelle preuve que ce genre de connaissances s'affaiblissait de plus en plus, parce que les premiers Grecs n'avaient pas saisi les véritables bases.

Ptolémée. Je passe enfin au plus connu, au plus célèbre des géographes de l'antiquité. Il entreprit de donner à la géographie des principes purement astronomiques, et d'écarter de la science la mesure des itinéraires toujours si incertaine. Satisfait d'avoir rangé toutes les parties de la terre sous une forme nouvelle, sous une apparence plus exacte, il crut n'avoir laissé aux siècles à venir que le soin d'ajouter à

son ouvrage les découvertes que le tems amènerait ; mais les efforts de Ptolémée n'eurent pas le succès qu'il en attendait; comme il s'était emparé d'une idée qui appartenait à Hypparque, il saisit mal les élémens qui devaient le guider, et loin de donner à la science la perfection qu'une main habile aurait pu lui procurer, il la bouleversa totalement.

Le premier objet dont s'occupa Ptolémée fut de la projection des cartes; il adopta la méthode d'Hypparque, dans laquelle tous les méridiens et les parallèles sont représentés par des portions de cercles, qui, à leur rencontre, doivent se couper à angles droits.

Avant de chercher à découvrir quelle a pu être la source des erreurs de Ptolémée, je vais en indiquer ici quelques-unes des plus considérables en longitude.

Du cap *Sacrum*, il comptait à Carthage 32 degrés 20 minutes, on compte 18 d. 52 m. ; à Rome 34 d. 10 m., on y compte 21 d. 1 m. 15 secondes ; à *Issus* 56 d. 30 m., on y compte 44 d. 40 m. ; à l'embouchure orientale du Gange 146 degrés, on n'y compte que 99 d. 23 m. 45 s.

En recherchant la cause d'erreurs si prodigieuses, on voit que Ptolémée y a été amené par deux causes : 1°. Par la manière dont il a envisagé la construction de la terre ; 2°. par la fausse évaluation qu'il a faite du degré de longitude, en le fixant à 500 stades, au lieu de 700, qu'il aurait dû lui conserver ; et ,

comme il établit les bases de la graduation sur le parallèle de Rhodes, il y réduit le degré à 400 stades.

Car si, pour retrouver à quel degré de longitude est l'embouchure orientale du Gange, placée par Ptolémée à 146 d., on prend le degré à 500 stades, au lieu de 400, on aura 73,000 stades; et si, de plus, on recherche le nombre des degrés qu'elles donneront à 700 stades par degré, on aura pour l'embouchure du Gange 104 d. 17 m. 8 s., ce qui ne donnera plus qu'une erreur de 4 d. 53 m. 25 s.

Mais il existe dans la construction des cartes de Ptolémée, un renversement de principes plus étrange encore, puisqu'il tient à l'oubli des premières connaissances et du premier soin qu'un géographe doit avoir, celui de réduire les mesures qu'il emploie aux mêmes élémens.

En adoptant l'évaluation du degré à 500 stades, on devait, en effet, s'attendre que Ptolémée la porterait sur les méridiens comme sur l'équateur; c'est-à-dire, que son degré de latitude serait égal au degré de longitude sur ce cercle; puisque, dans l'hypothèse de la terre sphérique, les degrés des grands cercles sont nécesssairement égaux; mais quand il vint à tracer ses parallèles sur la carte qu'il voulait copier, il s'apperçut, sans doute, qu'il ne pourrait plus faire usage des intervalles de 500 stades par degré, parce que toutes les latitudes seraient devenues de beaucoup trop hautes. C'est-à-dire, que chaque degré n'atteignait pas le lieu qu'il aurait dû atteindre; et comme toutes ces latitudes étaient fixées par des observations ou des

approximations astronomiques, qu'il ne pouvait pas refuser d'admettre, il changea de méthode, et traça des degrés à 700 stades de distance.

Au tems de Strabon, les connaissances géographiques dans la partie septentrionale de l'Europe, ne s'étendaient que jusqu'à l'Elbe.

Au tems de Ptolémée, on avait passé le Sund, et l'on avait passé le *Chésinus*, que l'on croit être la Dwina. A l'orient de la Chersonèse Cimbrique (le Jutland,) Ptolémée place quatre îles, sous le nom de *Scandiæ insulæ*. On les connaît aujourd'hui sous celui de *Laland*, *Funen*, *Seland*, faisant partie du Dannemarck.

La quatrième, probablement, représentait la *Scanie*. La grande étendue de la mer Baltique n'avait pas encore permis aux Romains de la parcourir en entier. On croyait, d'après Pythéas, que la Scandinavie ne tenait pas à la terre ferme. C'est cette île, sans doute, que ce dernier appelait *Basilia* ou *Baltia*.

Le nom de *Thule* reparaît dans les tables de Ptolémée; mais ce n'est plus la *Thule* de Pythéas, qui la plaçait très-près du pôle. Au lieu que Ptolémée place *Thule* prés des Orcades, au nord de l'Écosse. Ce qui prouve qu'alors les communications s'étendaient peu au-delà. Ainsi la route de l'Islande étant perdue, on n'en avait conservé que le souvenir; et faute de connaître des parties plus septentrionales, on en avait donné le nom à la petite île Schetland.

L'Hibernie ou Ierne, que Strabon avait indiquée au nord de la Bretagne, quoique sous sa vraie latitude, est remise par Ptolémée à l'occident de cette

île, mais à cinq degrés plus au nord qu'elle ne doit l'être.

Dans le tems que *Scipion Emilien* gouvernait l'Afrique, Polybe fut chargé d'aller en reconnaître les côtes occidentales. Il avait rapporté les noms des caps, des fleuves et des nations qu'il avait rencontrés. Pline nous en a conservé un petit extrait.

On voit le voyageur s'avancer jusqu'au *Daratus*, qui est le Sénégal d'aujourd'hui, et parvenir jusqu'au promontoire des Hespérides, au-delà d'une chaîne de montagnes, qu'il appelle le Char des Dieux, et qui paraît répondre à celle de *Sierra-Leona*. Les romains n'ont pas poussé leurs découvertes au-delà de ce point et il est le terme des connaissances de Ptolémée.

Strabon pensait que la côte occidentale de l'Afrique, après avoir parcouru un certain espace au Midi, se courbait et allait rejoindre la côte orientale de cette partie de la terre, sans atteindre l'équateur.

Ptolémée qui n'admettait pas la communication de l'océan Atlantique avec la mer Erythrée, pensait, au contraire, que la côte occidentale de l'Afrique, après avoir formé un golphe médiocrement enfoncé, et qu'il nomme *Hespericus*, s'étendait indéfiniment entre le Sud et l'Ouest; de même il croyait que la côte orientale de l'Afrique, après le cap *Prasum*, allait rejoindre la côte de l'Asie, au midi de *Catigara*.

Ptolémée croyait que la mer Caspienne s'étendait de l'Ouest à l'Est, et lui donne dans ce sens 23 degrés 30 minutes.

Quant à la Taprobane des anciens, que l'on conjecturait être l'île de Ceylan, le citoyen Gosselin

forme, à l'égard de cette île, des conjectures très-ingénieuses.

Eratosthènes lui attribuait 7 à 800 stades de longueur sur 500 de large.

Ptolémée, venu 400 après lui, dans un tems où la navigation de l'Inde était fort suivie et fort connue, lui croyait encore 15 degrés ou 7500 stades d'étendue du Nord au Sud, et 12 degrés ou 6000 stades de l'Est à l'Ouest ; tandis que Ceylan n'a tout au plus que 3 degrés 50 minutes de long, sur 2 degrés 20 minutes de large.

Voici ce que conjecture le citoyen Gosselin. Les navigateurs, qui partaient des bouches de l'*Indus* avec le projet de parcourir les côtes de l'Inde, avaient à traverser les deux golfes qui ressèrent la presqu'île de Guzurate, nommée alors *Larice*. Ils trouvaient ensuite la côte de Malabar, qui s'étendait vers le Midi, et il était impossible qu'ils se trompassent sur cette direction. Tous les renseignemens devaient donc annoncer qu'il existait une grande terre au Sud-Est de *Larice*. Mais; comme l'opinion générale était que la côte de l'Inde était parallèle à l'équateur, on concluait, dans l'école d'Alexandrie, que cette côte, qui descendait au Sud, n'était pas la côte de l'Inde. Mais qu'en étant séparée, ainsi qu'on le croyait, c'était l'île de Taprobane, dont on connaissait l'existence. L'enfoncement du golfe de Camboge, qui est au midi du Guzurate, a pu leur paraître le commencement du détroit qu'ils admettaient entre l'Inde et la Taprobane, et ils supposaient ce golfe un détroit qui s'étendait jusqu'au Gange.

Si

Si l'on remarque, en effet, que la côte de Malabar, depuis le cap Comorin jusqu'à Surate, est de 7500 stades de 500 degrés, on y reconnaîtra la longueur précise que Ptolémée donne à la Taprobane.

Mais Pline n'était pas, à cet égard, plus instruit que Ptolémée ; car il dit que la Taprobane est à sept journées de navigation des *Prasii*, qui occupaient *Palibothra*. Or nous savons aujourd'hui que *Palibothra* était près du lieu où se trouve actuellement à l'est Elleabad, à une assez grande distance de la mer, c'est à-dire, des embouchures du Gange dans le golfe de *Bengale*. Or, on voit que la distance indiquée par Pline, est bien celle qui se trouve entre la ville qu'il nomme et la presqu'île, mais non pas entre cette ville et la Taprobane. Pline admettait donc une étendue de mer, qui s'étendait de *Larice* aux embouchures du Gange.

D'où l'on est en droit de conclure que les anciens avaient confondu et décrit Ceylan ou la Taprobane, dans le cadre que devait occuper la presqu'île occidentale de l'Inde.

Je croirai, citoyens, concourir à satisfaire le desir que vous montrez d'acquérir les notions les plus exactes sur plusieurs points d'antiquité, encore trop peu discutés, en ajoutant quelques mots sur l'ancienne Sérique des anciens.

Vous savez que la Sérique est célèbre à double titre, 1°. parce que les anciens en obtenaient, par le commerce, des étoffes de soie ; 2°. parce qu'occupant une des parties les plus reculées de l'Inde, plusieurs auteurs ont cru devoir la placer en Chine, et d'autres plus

au nord. La cause de ces erreurs tient au peu d'instruction que l'on avait sur ce pays, et ce défaut d'instruction était une suite naturelle de ce qui arrivera, lorsque les lumières seront seulement concentrées entre les commerçans intéressés à ne les pas répandre. C'est ainsi qu'encore aujourd'hui, malgré les progrès qu'a faits la géographie, nous ignorons beaucoup de détails intéressans sur les îles Moluques. Les principaux objets que l'on tirait de la Sérique, étaient du fer, des étoffes, des pelleteries, du coton, et sur-tout une laine précieuse, connue des Romains sous le nom de *serica-materies*, que les Sères cordaient d'abord, et que les femmes européennes filaient ensuite, pour s'en faire des vêtemens légers, et, comme dit Pline, presque diaphanes.

Cette laine ne doit pas être confondue avec le *sericum* qui se tirait aussi de la Sérique, mais d'un canton particulier.

Le cit. Gosselin, auquel nous devons le fond de ces idées, dont le développement nous paraît très-heureux, distingue deux parties dans la Sérique, ou plutôt deux contrées différentes, qui ont porté ce nom ; et relativement à cette distinction, il est conforme au témoignage même des anciens, qui ont placé la Sérique, tantôt dans l'Inde, tantôt dans la Scythie, mais le plus souvent dans une contrée intermédiaire, entre la Scythie et l'Inde. Aussi, le climat, le caractère des Sères, a-t-il été peint diversement par les auteurs, suivant les places qu'ils leurs assignaient. Les uns ont parlé des Sères, comme d'un peuple le plus doux, les plus heureux ; les autres en ont fait

des espèces de sauvages, qui fuyaient à la vue des autres hommes.

Il n'est guères douteux, d'après cette diversité d'opinions, que, sous le même nom, plusieurs auteurs n'aient désigné des pays différens ; et voici, à cet égard, l'opinion du cit. Gosselin, qu'il appuie des meilleures preuves.

Il existe au nord de l'Inde, dans une partie du Tibet, une contrée entourée de montagnes, ayant plus de 120 lieues de long, nommée *Seri-Nagar*, du nom même de sa capitale. C'est-là qu'il place l'une des Sériques des anciens, dans laquelle on arrivait par la Bactriane. Les montagnes qui la séparent de l'Inde, répondent très-bien aux montagnes Sériques, ou *Serici-montes* de Ptolémée ; on les nomme aujourd'hui *Sera-Lick*. De plus, cet auteur ajoute que la capitale était nommée *Sera - Metropolis*, expression grecque qui n'était certainement pas celle du pays, mais qui, sans doute, y répondait par le sens, en indiquant une ville qui tenait le premier rang. Or, le mot de Nagar emporte aujourd'hui, avec soi, la même idée. Je crois l'avoir déjà dit, en citant ce mot indien, comme un de ces mots génériques, dont il est bon de connaître le sens. C'était de cette Sérique que l'on apportait la *serica - materies*, ou laine très-fine ; il s'en fait aujourd'hui commerce dans le même pays. Les habitans du Cachemière, peu éloignés, l'achètent, la travaillent, et en font ces schalls si recherchés et si chers.

Quant au pays appelé aussi Sérique, où l'on arrivait en traversant l'*Indus* et l'*Hyphasis*, pays qui était,

selon les anciens, en-deça du Gange, et qu'ils confondaient avec le précédent; le c. Gosselin le retrouve dans la contrée de l'Inde, appelée aujourd'hui *Ser-Hend*, dont le nom renferme celui d'Inde et de Serre. C'est de ce pays que se tirait le *sericum* ou la soie, dont les anciens ne connaissaient que l'usage En général on la croyait une production végétale ; ce ne fut qu'au tems de Justinien, que les œufs des vers commencèrent à être connus en Europe.

Procope de Césarée rapporte que deux moines, venus de l'Inde, ayant appris que Justinien cherchait à affaiblir la puissance des Perses, et à leur enlever le commerce de la soie, qu'ils faisaient avec les Romains, et dont ils retiraient de grandes sommes d'argent, proposèrent à l'empereur de les envoyer dans une province de l'Inde nommée *Serinda*, où ils avaient déjà séjourné, et s'engagèrent à lui apporter des œufs de vers à soie : l'empereur accepta leurs offres, et les moines remplirent leurs promesses.

D'après ce qui vient d'être dit, et sur-tout d'après les développemens que renferme l'ouvrage du citoyen Gosselin, on conçoit comment la grande proximité des provinces de Ser-Hend et de Seri-Nagar, leur position, la différence de leur sol, de leur climat, de leurs productions, ont pu donner aux anciens des idées fort opposées sur la Sérique et sur ses habitans. Les uns n'ont connu et décrit que la partie septentrionale, tandis que les autres n'ont connu que la partie méridionale ; et l'on voit comment ce commerce pouvait se faire par l'Inde et par la Scythie.

Je finirai par une esquisse des différentes divisions de l'ancien monde, au commencement de notre ère.

En Europe, toutes les parties que baigne la Méditerranée étaient bien connues ; c'était de l'ouest à l'est (*l'Espagne*) l'Hispanie, appelée aussi Ibérie, qui refermait la Lusitanie, le *Portugal*.

La Gaule (*la France*) qui comprenait au nord-est la Belgique (les Pays-Bas et les Provinces-Unies), et à l'est, l'Helvétie (*la Suisse*).

L'Italie, dont la partie septentrionale portait le nom de Gaule Cis-Alpine, et dont la partie méridionale portait celui de Grande Grèce. Au-delà des montagnes au nord, était la Rhétie (le pays des Grisons). La Vincdelicie et le *Noricum*, répondant à l'évêché de Trente et à la Stirie.

La Pannonie, la Hongrie.

L'Illirie, la Bosnie, la Dalmatie, l'Esclavonie.

La Macédoine, la Grèce, à l'extrémité de laquelle était le Péloponèse, la Morée, le Janina, la Livadie.

La Thrace (Rum Ili).

Au nord de ces parties, étaient :

Les îles Britanniques et l'île *Thule*, la Scandinavie ; la Germanie à l'est du Rhin et au nord du Danube, et la Chersonèse Cimbrique (le Jutland) ; la Sarmatie (la Pologne) ; les Deux-Mœsies, haute et basse (la Servie, la Bulgarie), la Valachie ; enfin, la Dacie-Trajane (la Moldavie).

Au nord de ces dernières contrées, la Scythie.

La Mer-Noire portait le nom de Pont-Euxin, et la Crimée celui de Taurique.

En Asie, la partie occidentale de l'Asie était la plus habitée et la plus célèbre.

La Natolie, que l'on nomme aussi Asie mineure, était partagée en un grand nombre d'états.

Sur la côte septentrionale, étaient la Mysie et la Troade, la Bithynie, la Paphlagonie et le Pont;

Sur la côte occidentale, les colonies Eoliennes, Ioniennes et Doriennes;

Sur la côte méridionale, la Lycie, la Pamphilie, la Pisidie et la Cilicie, qui s'étendait jusqu'aux *portes Syriennes* où était Issus.

Dans l'intérieur de cette vaste contrée, étaient la Lydie, dont le nom avait été autrefois donné à un fort grand état... la Phrygie, et dans des tems postérieurs la Galatie, puis la petite Arménie.

La grande Arménie était à l'est, occupant des montagnes, où se trouvent au nord celles que les anciens ont appelées Caucase, entre le Pont-Euxin et la mer Caspienne.

Là étaient, de l'ouest à l'est, la Colchide, l'Ibérie, l'Albanie;

Au sud de l'Arménie et du Taurus était la Syrie, renfermant au nord le Liban; sur toute la côte de la Méditerranée, était la Phénicie, et dans les terres la Palestine.

Entre l'Euphrate et le Tigre, était la Mésopotamie, dont le nom signifie au milieu des fleuves : c'est à l'extrêmité méridionale que se trouvait la Caldée, ou Babylonie.

Au-delà est la Perse, s'étendant au nord-est, jusqu'à la partie de la Sogdiane et la Bractiane, ayant au nord

la Médie, et touchant à l'Inde par l'une de ses provinces.

L'Inde fut peu connue des Grecs par la conquête d'Alexandre; Seleucus y pénétra un peu plus avant. On sait que *Palybothra* y occupait un rang distingué entre les principales villes.

L'Arabie n'était guères connue que dans sa partie septentrionale.

En Afrique, on n'avait de détails un peu circonstanciés et un peu vrais, que sur la côte septentrionale. C'est là que de l'est à l'ouest, se trouvaient l'Egypte, la Cyrénaïque, la Pentapole, l'Afrique propre, la Numidie et la Mauritanie.

La Lybie et l'Ethiopie, situées dans l'intérieur, étaient peu connues.

Ce sont les détails, plus ou moins circonstanciés, sur les villes, les peuples, etc. des pays que je viens de nommer, et sur leurs subdivisions qui forment la connaissance que l'on nomme géographie ancienne; et que j'ai rassemblés en trois volumes, dans la suite des dictionnaires, dont est composée la nouvelle encyclopédie.

ÉCONOMIE POLITIQUE.

VANDERMONDE, *Professeur*.

Vous avez vu, dans la dernière séance, quelques applications de cette classification des fortunes en six degrés, que j'avais proposée dans l'avant-dernière.

Les fortunes ne sont pas seulement distinguées par leurs degrés, elles le sont par leur genre.

A pareil degré, on distingue celle que se font les hommes laborieux, et qui est le prix de leur travail, d'avec celle dont jouissent les propriétaires et les rentiers oisifs.

Les déclamations contre les rentiers oisifs sont si rebattues, que si l'on ne cherche que la vérité, si on est armé d'une juste défiance contre les déclamations, on est moins tenté de les répéter que de les combattre.

D'abord, il y a fort peu de rentiers véritablement oisifs. Tel homme ne vit que de ses rentes, et emploie son tems fort utilement. Telle femme de Paris, qui ne s'est jamais occupée que de sa toilette, mais qui avait de l'esprit et du goût, a fait plus de bien à la France par l'extension qu'elle a donnée à nos modes, que l'homme gauchement austère qui déclame contre la frivolité.

Ensuite, ne faudra-t-il pas toujours des intermédiaires, pour distribuer à la classe industrieuse l'excès des substances et des produits que recueille la classe cultivatrice ?

Supposons que tous les Français soient cultivateurs, et qu'ils ne tirent de la terre que de quoi satisfaire à leurs besoins indispensables. Supposons que le gouvernement imagine un moyen de les porter tous à travailler davantage, sans diminuer leur bonheur. Supposons que, par cette augmentation de travail et par de meilleurs procédés d'agriculture, chaque famille adonnée à la culture du bled, parvienne à pouvoir nourrir onze autres familles.

Pourrait-on blâmer le gouvernement, si les cultivateurs y consentaient avec plaisir, de charger ses agens de distribuer ce surplus de subsistances à des hommes industrieux, en en gardant eux-mêmes leur part?

C'est précisément ce qui arrive parmi nous, par l'effet de nos lois et de nos usages, et sans que le gouvernement s'en mêle. Ces agens qu'il employerait, sont précisément les propriétaires et rentiers oisifs dont nous parlons. Ceux qui sont totalement oisifs, sont toujours au moins des roues de communication employées à la transmission de ce mouvement. On trouve dans les meilleures machines, des roues de ce genre, qui tournent librement sur leur axe, sans en recevoir ou sans lui communiquer aucun mouvement.

Nos nouvelles machines politiques sont des ouvrages compliqués qu'il faut étudier avant de les juger. Elles ressemblent, dans plus d'un sens, aux ouvrages modernes de l'horlogerie, dont il eût été difficile aux anciens de se former une juste idée.

Il ne faut pas croire que les déclamations, que je viens de combattre, soient sans danger. Elles peuvent

porter à desirer, elles portent quelquefois à faire des injustices très-nuisibles à la prospérité publique.

Je passe à une autre observation importante.

On pourrait être disposé à croire qu'un homme qui dépense cent mille francs par an, donne autant de mouvement à l'industrie, fait autant de bien par les salaires qu'il procure, que dix hommes de dix mille livres de rente, que cent hommes qui ne dépensent que mille livres chacun. Il n'en est rien; je vais en exposer une première raison.

Les objets de la demande du premier, diffèrent presque tous entr'eux; ceux de la demande des derniers, sont presque tous semblables: ceux-ci donnent lieu à l'avancement de l'industrie, par les simplifications du travail; et ces simplifications, en réunissant le bon marché à la perfection, appellent de nouveaux débouchés.

J'ai eu occasion, il y a une dizaine d'années, de prendre des informations dans le faubourg Antoine, sur le nombre d'ouvriers occupés à faire des roulettes de lits, soit en buis, soit en gayac, soit en cuivre. J'en ai compté plus de huit cents. Il est manifeste que Paris était bien loin de consommer l'immense quantité de roulettes que ces ouvriers pouvaient faire; mais jamais une branche aussi étendue d'une industrie perfectionnée n'aurait pu s'y former, si Paris n'eût pas contenu un très-grand nombre de particuliers, à qui leur fortune permettait d'avoir des roulettes de lits. S'il ne fallait pas des milliards d'épingles, jamais on ne serait parvenu à faire une épingle à aussi bon marché; jamais le commerce de Paris n'aurait appro-

visionné toute l'Europe de celles qui se fabriquent à Leigle.

Un auteur anonyme, dont je trouve le nom cité ici, et dont je ne me rappelle pas en ce moment le titre de l'ouvrage, Pinto observe « qu'on n'est pas » plus riche aujourd'hui avec trois mille écus, qu'on » ne l'était il y a deux cents ans avec mille ; mais » qu'il y a vingt fois plus de gens aujourd'hui d'un » revenu de trois mille écus, qu'il n'y en avoit alors » d'un revenu de mille ». C'est cette augmentation du nombre des hommes qui peuvent se procurer les objets de besoins factices, que comporte un degré déterminé de fortune; c'est cette augmentation toujours croissante, qui rapproche successivement tous ces objets, des facultés d'un degré moindre : leur extension sert à en simplifier le travail ; cette simplification en abaisse le prix, et leur débouché s'accroît en même rapport.

Il n'en est pas ici comme en mécanique, où ce qu'on gagne en tems, on le perd en force : ici on gagne de tous côtés : les jouissances s'accroissent, et les moyens d'y satisfaire croissent en même raison.

Le principe le plus général de ce dernier accroissement, c'est l'abondance des capitaux versés dans l'industrie.

Toute simplification du travail suppose quelque changement dans les outils, dans les ustensiles, dans la disposition du local approprié à cette simplification. Les moindres changemens de ce genre exigent des dépenses qui supposent, dans celui qui les fait, un certain degré d'aisance.

Cela suffirait pour expliquer pourquoi des ouvrages du même genre sont mieux faits, et moins chers dans les pays riches que dans les pays pauvres.

Cet avantage devient d'autant plus sensible, que les capitaux de ceux qui entreprennent l'objet, sont plus considérables; l'avantage est immense, lorsque l'objet parvient enfin à être traité en grande manufacture.

Les Anglais traitent de cette manière, des objets de toute espèce. Nous ne serons pas toujours forcés de prendre chez eux ces exemples : nous en donnerons nous-mêmes un jour à l'Univers. Je dois me hâter de vous en fournir une preuve que ma mémoire me rappelle en ce moment.

Si les Anglais ont monté d'énormes brasseries, dont les cuves sont des espèces d'étangs, nous pouvons citer en France une brûlerie d'eau-de-vie, qui se trouve, si je ne me trompe, aux environs de Montpellier, et où on a employé, par économie, une machine à feu pour monter le vin.

Voici maintenant une seconde raison qui rend la dépense des hommes très-riches, moins utile au peuple et à la nation, qu'une dépense pareille faite par des hommes de moindre fortune. C'est que les hommes très-riches se fournissent souvent, et quelquefois de préférence, dans d'autres pays, ou même dans d'autres parties du monde.

On voyait à Paris, il n'y a pas encore long-tems, chez un fameux financier, un ameublement brodé en Chine : on y voyait les armes de sa maison et les attributs de sa place. Dix ans s'étaient écoulés entre

la commande et la réception de ce superbe ouvrage. Une peuplade entière avait dû y être occupée et y trouver des salaires ; mais c'était une peuplade de Chinois : voilà le luxe d'ostentation que l'opinion publique doit réprimer.

La totalité de la dépense des particuliers est bien loin aujourd'hui de n'être qu'égale à la valeur des subsistances consommées ; cette dépense en payerait peut être dix fois autant : cela tient, comme je l'ai déjà dit, à ce que l'apprêt des subsistances de tout genre, celui des autres matières brutes, et une énorme multitude d'autres services rendus, deviennent de nouvelles sources de revenus.

L'accroissement des richesses accroît nécessairement la demande du travail ; mais il peut n'augmenter nullement la demande de subsistances : c'est une conséquence de ce que je viens de dire. Un homme riche ne consomme pas plus en poids qu'un homme moins riche ; mais il consomme l'objet d'un plus grand travail.

Quand la demande de travail croît, sans que la demande de subsistances augmente, alors l'aisance de la classe laborieuse augmente. Il faut sans doute s'arrêter, à cet égard, à une limite ; car on découragerait la production, si cela était poussé jusqu'à enlever à l'agriculture, des bras nécessaires à sa prospérité.

Je pense, comme Smith, que non-seulement il se vend plus d'objets à bon marché que d'objets d'un plus grand prix, mais qu'il s'en vend pour une plus grande somme.

Il est cependant à remarquer qu'Arthur-Young, qui est, en général, un homme bien informé, dit dans son arithmétique politique, que la quantité de viande, de beurre et de fromage consommée en Angleterre, est d'une valeur bien supérieure à celle du froment: cela tient sans doute à ce que les Anglais mangent fort peu de pain; mais cela tient aussi à ce que leur prospérité moyenne est fort grande. Et ici je ne veux pas négliger de remarquer une nouvelle preuve de la réaction mutuelle des progrès de l'aisance du peuple. Les fabriques d'étoffes de laine d'Angleterre ne prospèrent, les laines n'y sont à bon marché, que parce que la masse du peuple est en état d'y consommer et d'y payer la viande de mouton.

Je vous ai déjà dit combien il paraissait nécessaire d'entretenir les denrées et matières premières à bas prix, et sur-tout à un prix constant; je vais appuyer cette pensée par un mot de l'abbé Gagliani.

On a dit de lui qu'il avait de l'esprit; on ne lui fait pas de grace : je l'ai trouvé plein de génie. Il n'est connu ici que par son dialogue sur le commerce des grains : il était très-paresseux. Il a publié un autre ouvrage en italien sur les monnoies; mais il était trop jeune quand il le composa. Il y a un mot de lui qui m'a toujours beaucoup frappé depuis notre révolution. Il l'avait en quelque manière prédite à notre gouvernement, en 1765, lorsqu'il écrivait le dialogue dont je viens de parler, contre la loi de 1764, qui permettait la liberté indéfinie du commerce des grains. *Je vous félicite*, lui disait-il, *de votre résolution, de rendre la liberté aux Français. Dire à*

quelqu'un : je ne vous nourrirai plus, *ou lui dire :* vous n'êtes plus à moi, *c'est la même chose.*

Je reviens à mon sujet.« Il n'y a, dit l'abbé Gagliani, » ni bonne, ni mauvaise année en manufactures : » c'est la différence fondamentale entre les produc» tions du sol et celles de l'industrie. La constance » qui doit en résulter dans le prix des objets manufac» turés, serait donc nécessairement troublée par les » grandes variations dans le prix des subsistances pre» mières. »

J'abandonne cette pensée à votre médiation. J'ajouterai que, dans la balance entre l'offre et la demande des objets de besoins, on doit chercher à établir un équilibre tel, qu'il tende à se rétablir de lui-même, si quelque chose vient à le troubler.

Il doit cependant y avoir cette différence entre les objets des besoins réels et ceux des besoins factices, qu'il vaut mieux, par rapport aux premiers, que l'offre soit plus forte que la demande ; et que, par rapport aux derniers, c'est le contraire.

Cet équilibre, qui tend à se rétablir de lui-même, est celui que les géomètres ont nommé *permanent* ; c'est celui d'une balance ordinaire, dont le centre de gravité est au-dessous du point de suspension, tandis que dans une balance folle, il est au-dessus.

Le but du législateur est d'établir, dans toutes les parties de son ouvrage, un équilibre permanent ; mais il peut quelquefois permettre à la balance de pencher plus d'un côté que de l'autre.

Jamais, dans un pays libre, les cultivateurs ne seront à plaindre ; mais les hommes industrieux peuvent l'être momentanément.

En général, le cultivateur est porté à la frugalité; il ne dépense point à mesure qu'il s'enrichit; il thésaurise. L'artisan, au contraire, qui vit communément dans des lieux plus peuplés, est sujet à consommer tout ce qu'il gagne: mieux il se nourrit, plus il travaille, plus il peuple, plus il est soigné, plus sa vie moyenne devient longue; mais il est exposé à un plus grand nombre d'accidens.

C'est donc de lui que le gouvernement doit s'inquiéter davantage.

Ce sont les accumulations successives qui créent, dans une nation, les capitaux nécessaires aux entreprises de tout genre. Il faut bien distinguer les accumulations des thésaurisations. Dans les pays vraiment riches, on accumule, on ne thésaurise point.

L'excédent du revenu sur la dépense, forme l'accumulation annuelle. Une partie de cette accumulation peut tourner en augmentation de l'*aisance*; une autre partie peut être nommée *épargne*. La première est sensée destinée à augmenter la dépense des années suivantes, ou devoir être employée en objets consommables en peu d'années, comme mobilier. C'est sur cette portion que l'impôt peut porter. Lorsque je parlerai des contributions, j'aurai beaucoup d'occasions de développer cette pensée. La seconde portion serait sensée destinée à être ajoutée au capital produisant intérêt. Toutes les manières de placer, sous le sceau de l'autorité publique, sont propres à lui conserver ce caractère d'épargne. C'est la facilité d'en tirer l'intérêt, sans perdre la faculté d'en disposer dans

l'occasion,

l'occasion, qui détermine à la mettre promptement en circulation.

Il est de la plus haute importance, que les hommes qui n'ont que de petites épargnes puissent les accumuler afin de trouver des ressources dans l'âge avancé; afin d'en procurer à leurs femmes, s'ils meurent avant elles, à leurs enfans : cela est d'une utilité immense. Il est incroyable qu'il n'y ait encore rien de fait en France à cet égard. La convention l'a senti; il y a des calculateurs à la trésorerie, qui sont actuellement occupés de ce travail. Le chef est un homme intelligent, et très-versé dans cette partie de l'arithmétique politique.

Stewart observe, livre 2, chapitre XXVI, que la proposition de Montesquieu, qu'il n'y aurait pas de luxe, si les fortunes étaient égales, n'est pas rigoureuse, il s'en faut de beaucoup : elle suppose qu'il n'y a que des pauvres qui travaillent pour les riches, tandis qu'on voit tous les jours des riches acquérir de nouvelles richesses par leurs profits sur les dépenses volontaires des pauvres. L'égalité de fortune empêchera-t-elle que la frugalité n'amasse, et que la prodigalité ne dissipe? Tuera-t-elle toute espèce d'activité? La proposition de Montesquieu ne mériterait pas d'être relevée, si elle ne servait pas de texte aux défenseurs des inégalités les plus choquantes et les plus injustes.

Ce sont les erreurs qui sont la principale cause des malheurs de l'humanité. Nos riches émigrés se sont dit : c'est nous qui nourrissons les pauvres, nous les attraperons bien; allons dépenser notre revenu ailleurs, et ils mourront de faim. J'en ai connu qui ne sont

sortis de France que sur ce beau raisonnement; ils n'écoutaient pas ceux qui cherchaient à leur en prouver la fausseté. On a continué de cultiver, les travaux n'ont pas cessé, les ressources du peuple n'ont fait que s'accroître, et les malheureux émigrés se sont plongés dans la plus grande infortune, par l'envie de faire du mal aux autres; ils l'ont méritée.

En général, c'est l'erreur qui est le principe des malheurs du genre-humain. Montesquieu avait tort, quoiqu'il ne fût ici que l'écho d'une opinion très répandue; les hommes d'une grande fortune n'ont pas l'importance qu'il leur suppose; leur faste n'est pas le véritable aliment de l'industrie.

Ceci nous conduit à remarquer l'une des nombreuses utilités des grandes villes; c'est que tous les genres de service y sont faits par des gens plus aisés, et avec de plus grands moyens; et que par conséquent, ils y sont mieux faits. Les choses difficiles, dans les arts, dans toutes les parties du service public, ne peuvent se faire que dans les grandes cités; il y en a même qui ne peuvent se faire que dans les villes immenses, et par leur population, et par leurs richesses. Les hautes sciences, les beaux arts en offrent mille preuves.

Cette remarque est d'une grande importance, dans un tems où il règne tant de fausses idées sur cet article.

Il se présenterait ici une question qui peut paraître oiseuse, et sur laquelle je me permettrai pourtant de dire un mot.

Jusqu'à quel point l'aisance peut-elle se multiplier? Pourrait-il exister un état de choses, où tous les hom-

mes laborieux seraient riches, et où ils ne travaillètaient que pour le devenir davantage ? je n'en vois pas du tout l'impossibilité.

N'y a-t-il pas, me dira-t-on, dans la société, une multitude d'emplois nécessaires, dont il est impossible d'imaginer que des hommes riches veuillent jamais se charger ? Je répondrai que, si ces emplois pouvaient doubler ou tripler leur fortune en peu de tems, il s'en trouverait de tout disposés à les accepter.

Mais, dira-t-on encore, le progrès de la richesse d'un peuple, peut-il jamais être assez grand, pour qu'une pareille supposition se réalise ? S'en est-il jamais vu aucun exemple ?

Si cela ne s'est jamais vu, c'est que la paix et la liberté n'ont jamais long-tems habité ensemble, sur aucun lieu de la terre. Il faut, pour les y fixer, que la raison y consolide entièrement son empire. Il est difficile d'imaginer à quel point se porteraient les accumulations d'un peuple industrieux, si des guerres périodiques ne les consommaient pas, ou n'en arrêtaient pas le cours. On en peut juger par les richesses mobiliaires de la France, où leur accroissement ayant commencé plutôt que dans aucun autre pays de l'Europe, leur masse est si grande, malgré les guerres continuelles qu'elle a soutenues, qu'il ne se voit rien de pareil chez les autres peuples. Adam Smith lui-même en a fait la remarque, en comparant, à cet égard, la France et l'Angleterre ; mais l'injuste prépondérance de nos privilégiés avait disséminé ces accumulations de richesses d'une manière très-inégale : c'est une

seconde raison qui fait que la France ne peut rien nous offrir de propre à confirmer l'étrange résultat que je viens d'énoncer ; je me contenterai donc de dire que je n'y vois rien qui répugne au bon sens.

GÉOGRAPHIE.

BUACHE, *Professeur.*

CITOYENS, j'ajouterai quelques observations à ce que vient de vous dire mon collègue *Mentelle*, pour que vous soyez moins étonnés des grandes erreurs que les anciens ont commises en géographie : vous savez que ce n'est que par le commerce et la navigation, que la géographie peut faire de grands progrès ; et le commerce et la navigation des anciens étaient très-bornés : ils n'ont pu rassembler qu'un petit nombre de matériaux, et des notions vagues et obscures, comme on peut en juger par les connaissances de Marin de Tyr, que Ptolémée nous a conservées dans ses prolégomènes, et qui deviennent une des bases de sa géographie. C'est d'après ces connaissances vagues qu'ont été construites les cartes des anciens, et c'est d'après ces cartes qu'ont été faites les descriptions géographiques de la terre par Strabon, et autres auteurs de l'antiquité.

Nous n'avions de cartes, construites par les anciens, que celles qui sont connues sous le nom de Ptolémée,

et qui ont été dressées, d'après sa géographie, par Agathodœmon. Le citoyen Gosselin, en rétablissant dans son excellent ouvrage les cartes d'Eratosthènes et de Strabon, ou du moins des cartes telles que ces auteurs auraient pu en construire, d'après l'état des connaissances de leur siècle, a rendu un service signalé à la géographie; on peut voir à l'inspection seule de ces cartes, ou en les comparant avec les cartes modernes, combien la géographie des Grecs était peu avancée et défectueuse.

On peut juger aussi de la géographie des Romains, en considérant la grande et belle carte itinéraire que l'on croit avoir été construite du tems de Théodose-le-Grand, et qui embrasse toute l'étendue du monde connu alors : cette carte, nommée communément carte de Peutinger, du nom de Conrad Peutinger d'Augsbourg, dans le cabinet duquel l'original a été trouvé, n'est, à proprement parler qu'un tableau destiné à représenter les routes avec les distances des lieux situés sur ces routes; et l'on doit n'avoir aucun égard à la configuration des côtes, des rivières et des montagnes qui s'y trouvent, ainsi qu'à la position des lieux. Les pays y sont tellement défigurés, en conséquence du peu de rapport qu'il y a entre sa largeur et sa longueur, que la Méditerranée n'y paraît que comme une grosse rivière, et que toutes les terres y sont raccourcies du Nord au Sud, au point de n'être pas reconnaissables. C'est d'ailleurs un des plus précieux monumens de l'antiquité; et il serait bien à desirer que l'on pût retrouver les deux feuilles qui en forment le com-

mencement, et qui comprennent l'Angleterre, l'Espagne, et la partie occidentale de l'Afrique.

Les notions que les Romains avaient des pays situés au-delà de leur empire, étaient si obscures, qu'il a été impossible jusqu'à présent de faire usage des routes que cette carte nous offre pour la Perse, l'Inde et autres parties de l'Orient : il semble que les auteurs, qui l'ont construite, n'avaient pas des renseignemens bien exacts sur tous les matériaux dont ils ont fait usage, et qu'ils en ont fait une mauvaise application. C'est aussi ce qui est arrivé souvent à Pline, comme on peut le voir par l'application qu'il a faite de deux routes par mer qu'il nous a conservées, mais qu'il n'a pas comprises.

Pline, liv. VI, chap. 29, après avoir décrit la mer Rouge, s'exprime ainsi :

« Au-delà du cap de *Mossyla* (aujourd'hui Zeyla, » près le détroit de Babel-Mandel), commence, sui- » vant Juba, la mer *Atlantique*, par laquelle on peut » naviguer, en suivant le Nord-Ouest, jusqu'au-delà » des Mauritanies et à Gadès (aujourd'hui Cadix.) » L'opinion de Juba mérite d'être exposée ici en » entier : il dit que d'un Cap, nommé *Lepte acra*, et » par d'autres *Drepanum*, on va directement et à tra- » vers la Zône Torride, à une île nommée *Matocho*, » et que la distance est de 1500 mille pas : de-là à un » lieu nommé *Sceneos*, 225 mille pas, et de-là à l'île » Sadanum, 150 : ainsi on parcourt, en pleine mer, » 1885 mille pas. Les autres auteurs n'ont pas cru que » cette navigation pût se faire à cause des chaleurs » brûlantes de la Zône Torride ».

On conçoit aisément que cette navigation ne peut être celle du tour de l'Afrique, qui serait huit fois plus longue, en suivant le contour des côtes : mais je remarque qu'à partir du cap de Guardafui, qui est le plus oriental de l'Afrique, et à la sortie de la mer Rouge, il y a environ 1500 mille pas jusqu'à l'île *Malique*, qui est entre les Maldives et les Laquedives, et sur la route des vaisseaux qui vont aujourd'hui des côtes de l'Afrique à celles de Malabar : cette île est par 8 degrés 30 minutes de latitude nord, et conséquemment dans la Zône Torride. De l'île Malique à la côte de Malabar, près le cap Comorin, il y a 225 ou 230 mille pas, comme de *Malocho* à *Sceneos*, et du cap Comorin à l'île de Ceylan, il y a aussi 150 mille pas comme de *Sceneos* à l'île Sadanum.

Ainsi la route décrite par Pline, et qu'il suppose être celle de l'extrémité de la mer Rouge à Gadès, serait la route de la mer Rouge au cap Comorin et à l'île de Ceylan, route dont les Romains n'avaient aucune idée, et à laquelle personne n'avait fait attention jusqu'à présent. Ce passage de Pline, interprêté de cette manière, et sortant ainsi de l'obscurité, peut répandre quelque jour sur l'histoire de la navigation des anciens, et sur la source des connaissances géographiques, et autres qu'ils nous ont transmises, sans les comprendre. Après avoir exposé (liv. VI, chap. 22), les idées des anciens sur la Taprobane, qui est l'île de Ceylan, Pline nous apprend que des ambassadeurs, envoyés de cette île à Rome, depuis peu, et sous l'empire de Claude, avaient donné aux Romains des connaissances particulières, plus exactes et plus

détaillées de cette contrée, que celles qu'on en avait auparavant. Ces connaissances, qu'il expose ensuite, sont conformes à celles que les établissemens des européens dans cette île nous ont procurées : mais les premières, ou les idées des anciens, n'étaient que des renseignemens vagues, peu propres à perfectionner la géographie.

Pline, (liv. VI, chap. 20), à l'occasion d'une île nommée *Patale*, que forme le fleuve *Indus*, vers son embouchure, rapporte une route, qui part de l'embouchure du Gange, et qu'il suppose aboutir à cette île : voici son texte, dont le commencement est très-remarquable, et prouve seul la fausse application qu'il fait encore de cette route. « Je rapporterai, dit-il, les » mesures ou les distances comme je les trouve, quoi- » qu'aucune ne convienne au local. De l'embouchure » du *Gange* au cap *Calingon*, et à la ville de *Danda-* » *gula*, 725 mille pas : à *Tropina*, 1225 mille pas; » au cap de *Perimula*, où est le comptoir le plus cé- » lèbre de l'Inde, 750 mille pas; à une ville dans l'île » de *Patala*, dont nous avons parlé ci-dessus, 620 » mille pas ».

Nous connaissons, dans le nombre des stations rapportées ici par Pline, le cap et la ville de *Perimula*, que l'on trouve dans la Géographie de Ptolémée, et que l'on ne peut placer ailleurs que dans le détroit de Malaca, qui en avait pris le nom de *Sinus Perimulicus* : nous connaissons aussi à-peu-près le cap *Calingon*, qui paraît répondre au cap Godevari de la côte de Coromandel, et au lieu que Ptolémée désigne pour le point de départ des vaisseaux qui étaient destinés

pour la Chersonèse d'Or, aujourd'hui la presqu'île de Malaye. La distance de ce cap à *Tropina*, évaluée à 1225 mille pas, répond à celle de la largeur du golfe de Bengale, à la hauteur de ce cap. Ainsi la route que Pline suppose aller de l'embouchure du Gange à celle de l'Indus, en faisant le tour de la presqu'île occidentale de l'Inde, me paraît devoir prendre une direction opposée, et conduire à travers le détroit de Malaca, vers une autre île de Patala, située au-delà de ce détroit.

Le citoyen Gosselin, dont les observations savantes sur la Géographie des Grecs viennent de vous être présentées, fixe les bornes des connaissances de Ptolémée à la rivière de Tanasserim, et au port de Merghi, qui se trouvent à la suite du golfe de Pégu ; il suppose, en conséquence, que le détroit de Malaca, situé plus au Sud, a été inconnu aux anciens ; mais je ne puis adopter son sentiment à cet égard, non plus que l'application qu'il a faite de la géographie de Ptolémée au-delà du Gange.

On voit par ces deux passages de Pline et beaucoup d'autres, qu'il sera facile de reconnaître que cet auteur a rapporté ou inséré dans son ouvrage beaucoup de choses qu'il ne comprenait pas, et dont il ne connaissait pas la source ; et l'on n'en sera pas étonné, si l'on considère que les anciennes navigations ne se faisaient que par des marchands qui mettaient tout en usage pour faire leur commerce exclusivement à tout autre peuple, et laissaient ignorer la situation des différens pays d'où ils tiraient leurs marchandises. On connaît le trait patriotique d'un capitaine de vaisseau Cartha-

ginois, qui, faisant voile pour la Grande-Bretagne, et s'appercevant qu'il était suivi par un vaisseau des Romains : dirigea sa route sur des bancs de sables et des rochers où son batiment périt, ainsi que celui des Romains, ce dévouement fut récompensé par la république de Carthage, qui indemnisa le capitaine de la perte qu'il avait faite dans cette circonstance.

Les relations des voyages de découvertes entrepris par les anciens, ont été également renfermées dans des archives secrettes, et le peu de connaissances que nous en avons, ne peuvent être regardées que comme des fragmens très-mutilés.

Hannon fut envoyé de Carthage, lorsque cette ville était dans l'état le plus florissant, pour reconnaître les côtes occidentales de l'Afrique, et y établir des colonies : le Périple, connu sous son nom. ou la relation de son voyage qui nous a été conservée, et qui est en Grec, ne peut être qu'un extrait très abrégé, et fait seulement sur le rapport de quelqu'un des moins instruits de son équipage ; aussi, malgré les recherches des savans français et espagnols qui ont entrepris d'éclairer cette partie intéressante de l'ancienne géographie, il est bien difficile de voir jusqu'où ce navigateur s'est avancé, et de reconnaître les différens lieux où il a abordé et établi des colonies. Il en est de même du voyage d'Himilcon, qui fut chargé, dans le même tems, par les Carthaginois, de reconnaître les côtes occidentales de l'Europe, et dont *Avienus*, dans son *Orâ Maritimâ*, nous a conservé quelques fragmens.

D'après ces considérations, il paraîtra moins étonnant que les anciens aient commis tant d'erreurs en géographie, et ces erreurs, que nous reprochons à Eratosthènes, à Ptolémée, à Strabon, et autres, ne seront attribuées qu'à l'état des connaissances de leur siècle. En rectifiant ces erreurs, au moyen des connoissances acquises pendant les siècles qui se sont écoulés depuis, nous ne pouvons nous dissimuler que nous en commettons tous les jours d'autres à l'égard des pays où le commerce n'a pas encore attiré nos navigateurs, et qu'elles nous seront reprochées par ceux qui nous succéderont. Nous faisons du mieux qu'il nous est possible ; nous devons croire que ceux qui nous ont précédés ont fait de même, et les juger en conséquence. Danville observe que la carte de la Tartarie, publiée par Guillaume Delisle, est une des meilleures cartes de ce géographe : on prendrait cette assertion pour une ironie, si l'on comparait cette carte de Tartarie avec les nouvelles cartes publiées depuis d'après les découvertes des Russes ; mais ce témoignage, de la part de Danville est fondé sur la connaissance qu'il avait du peu de matériaux acquis sur cette contrée, et du parti avantageux que Delisle en avait tiré.

La géographie sera imparfaite jusqu'à ce que l'on ait fixé, par des observations exactes, les latitudes et les longitudes des principaux points, et qu'on ait levé, comme on a fait pour la France, des cartes géométriques de chaque pays. Il convient sur-tout de déterminer la position et le gissement des côtes, tant pour la sûreté de la navigation, que pour fournir à la pos-

térité les moyens de reconnaître les effets des eaux de la mer sur les continens, et des autres révolutions que le globe peut éprouver.

QUARANTIÈME SÉANCE.

(14 *Germinal.*)

ART DE LA PAROLE.

SICARD, *Professeur.*

Tout ce que nous avons dit jusqu'ici a eu le nom pour objet, comme signe de représentation de tous les objets de nos pensées.

Nous avons donné au nom le premier rang dans le tableau des élémens qui servent à former la proposition. Nous avons distingué, comme essentiellement différent, ce que la plûpart des grammairiens avaient confondu, le nom et le qualificatif, qu'on avait cru deux espèces du même genre : en effet, on avait toujours dit qu'il y avait deux sortes de noms, le *nom substantif* et le *nom adjectif*; et après avoir à-peu-près dit de chacun tout ce que nous avons cru qu'il en fallait dire, nous avons examiné s'il n'y avait pas des noms qui de leur nature exigeaient d'autres mots pour leur donner une signification plus précise et

plus déterminée, et cet examen nous a donné un mot dont la fonction a été de préciser, de déterminer l'étendue du nom.

Ce mot, on l'avait toujours appelé *article*. Nous l'avons appelé *déterminatif*; et comme cette étendue était plus ou moins précise, elle a exigé aussi plus d'un mot pour l'exprimer. Nous en avons fixé le nombre à *trois*, le *déterminatif démonstratif* CE; le *déterminatif indicatif* LE, et le *déterminatif énonciatif* UN.

D'après ce travail en faveur du nom, ne reste-t-il plus rien à faire pour lui? Non. Tout serait fait s'il n'y avait pas parmi les êtres des relations qui font que le nom exprime tantôt le sujet d'une proposition, tantôt son objet, tantôt le but et le terme d'une action, et tantôt le point de départ de cette même action.

Ces relations existent, et le nom par sa nature se refuse au service qu'elles exigeraient. Car le nom du sujet ne devrait pas avoir les mêmes formes, quand il est l'objet d'action; cependant la moindre altération qu'on lui ferait subir en ferait, au moins en français, un nom différent.

Les grammairiens ne furent pas long-tems sans chercher à remédier à cet inconvénient : ils imaginèrent des mots qui exprimassent ces relations diverses; et comme ces mots communs, qui n'étaient le nom d'aucun être ni d'aucune chose, expliquaient au besoin, comme l'idée, le nom des êtres et des choses qu'on avait déjà exprimées, qu'ils en étaient, en quelque sorte, les signes et les noms, on crut devoir les appeler *pronoms*; non qu'ils tinssent la place du nom, comme on l'a dit mal-à-

propos, mais parce que dans l'analyse grammaticale d'une phrase, on efface les pronoms, et qu'on leur substitue les noms des objets dont ils expriment le rôle dans la proposition.

Ces mots que nous appellerons aussi *pronoms*, puisqu'ils sont encore en possession de cette dénomination, nous les rappellerons à ce genre dont nous avons traité une espèce dans la précédente séance; et nous dirons que c'est encore ici un mot déterminatif, et nous le dirons avec d'autant plus de confiance, que nous allons voir dans l'examen que nous en allons faire, que le déterminatif est souvent une espèce de ce qu'on a appelé jusqu'ici *pronom*, et que le pronom est quelquefois, et même presque toujours un déterminatif véritable. C'était-là l'idée que je m'étais faite du pronom, après que j'eus traité la matière du déterminatif; et je me proposais de vous l'exposer aujourd'hui comme une chose neuve, quand un de vos collègues m'ayant envoyé ses vues là-dessus, qui sont, à quelque chose près les miennes, j'ai cru devoir vous les communiquer.

Je commencerai par-là cette leçon sur la nature du pronom.

D'après les principes que j'ai déjà exposés dans une des précédentes séances, l'indicatif *le*, *la*, *les*, indique dans un genre l'espèce que nous en voulons tirer. *Ce*, *ces*, *cet*, la montre, la présente à nos yeux, et *un*, *une*, annonce l'indifférence du choix. Mais, pourquoi ce dernier déterminatif paraît-il être sans pluriel? C'est, sans doute, parce que les mots con-

sacrés à la pluralité, tels que *deux*, *trois*, *quatre*, *cent*, *mille*, *quelques*, *plusieurs*, *tous*, sont les pluriels de *un* et de *une*, et se rapportent à des individus, qui pouvant être de divers sexes, usuels ou conventionnels, sont affranchis comme *les* et *ces* des formes masculine et féminine; *des* et *de la* sont leurs fractionnaires. L'existence du petit mot *du*, signe de possession, nous annonce, comme je l'ai dit, une ellipse du signe *de* déjà connu.

Que dirons-nous des possessifs *mon*, *ma*, *mes*, *ton*, *ta*, *tes*, et semblables? Il y a trop de ressemblance entre les fonctions de ces deux déterminatifs, pour n'être pas une espèce du même genre. Nous dirons que c'est un déterminatif de possession; en étendant ainsi le domaine de l'*article* au dépends du *pronom*, n'avons-nous pas à craindre qu'il ne nous reste plus rien, ou du moins presque rien de l'espèce de ce dernier? Le pronom personnel *lui*, *il*, restera-t il pronom, s'il est assujetti à notre analyse; *il*, *elle*, sont ils, ou ne sont-ils pas des pronoms? La langue latine n'est pas à cet égard plus pauvre que la nôtre, et que la grecque; *il* et *elle* y sont de vrais déterminatifs, et de vrais articles.

Ces mots formés de *ille* et *illa* latins, ne sont que des contractions initiales comme *le*, *la*, *les*, sont des contractions finales. *Le* et *la* servent à déterminer les espèces dont le nom, exprimé dans la phrase, est tantôt comme sujet, tantôt comme objet d'action; *il*, *elle* déterminent les sujets absens, ou en rappellent l'idée, et *le*, *la*, *les*, déterminent les objets d'action; mais dans ce cas, me dira-t-on, ils sont pronoms.

Non, dirai-je. Pourquoi recourir à cette diversité de nature, quand l'identité des fonctions qu'ils remplissent, les rappelle à la classe des déterminatifs? et si ceux-ci demandent à être rappelés à cette classe, à quelle autre faudra-t-il rappeler *je*, *tu*, *vous*, ainsi que *nous*, soit qu'on les unisse au nom qui les détermine, soit que ce nom soit supprimé comme inutile? L'idée exacte des pronoms n'est donc pas de remplacer le nom, mais de faire la fonction propre au déterminatif.

« Le pronom est un mot qui se met à la place » du nom » : voilà la définition que donnent de cet élément de la parole, presque tous les grammairiens. Mais pour pouvoir être substitué au nom, ne faudrait-il pas que le pronom pût être, comme le nom, le signe d'un objet, au lieu qu'il n'est le signe d'aucun? et la preuve, c'est qu'un pronom convient tantôt à un être raisonnable, tantôt à un objet inanimé, selon le rôle que ces différens, êtres jouent dans la proposition, et qu'il ne sert à exprimer jamais autre chose que ce rôle, sans que la nature du sujet en soit jamais affectée. En effet, faites une proposition quelconque, énoncez ce nom de l'être, duquel vous affirmez une qualité, substituez un pronom à ce nom; alors, on ne saura plus de quoi vous affirmez cette qualité, et vous ne serez entendu de personne. Donc le pronom, dont vous vous servez, n'était pas un nom : le pronom ne remplace donc aucun nom. Il est donc mal défini, quand on se borne là. Mais le nom remplacera-t-il le pronom, au besoin? Oui, sans doute, s'il était

vrai

vrai que la nature du pronom fût de remplacer le nom ; et c'est ici, citoyens, qu'il est essentiel de bien vous fixer sur la nature de l'un et de l'autre.

Le nom est le signe d'un objet ; en ce sens qu'il rappelle à l'esprit de ceux qui nous entendent, l'énoncé des qualités essentielles, et de toutes les propriétés de cet objet : le nom est le portrait, l'image, l'abrégé de tout ce qui constitue l'objet. L'esprit voit cet objet; il en dessinerait les formes, il en ferait l'anatomie, aussi-tôt qu'il entend le nom. Mais cet objet, ou ce sujet, est-il acteur dans cette proposition ? est-ce *lui* qui se fait connaître, ou est-ce à lui qu'on parle de lui-même, ou bien raconte-t-on un événement qui nous soit inconnu, et dont les acteurs le soient aussi ?

Ici les noms sont nuls, et ces relations appellent des mots particuliers, qui les fassent bien distinguer, sans le moindre vague et sans la moindre incertitude ; et ces mots sont les déterminatifs d'une autre espèce, appellés jusqu'ici *pronoms personnels* : *pronoms*, parce que, disait-on, ils remplaçaient le nom ; et *personnels*, parce qu'ils indiquaient quel rôle jouait l'acteur dont il remplaçait le nom. C'est à vous à juger, citoyens, d'après ces développemens, si cette définition était bien juste ; cependant, nous continuerons de nous en servir jusqu'à ce que d'une exposition complette de la science grammaticale, résultent des définitions et des dénominations plus philosophiques. Nous dirons donc qu'un objet peut être successivement; ou le sujet qui agit dans une proposition et qui annonce son action lui-même ; et alors il est considéré comme première personne dans la phrase, et c'est le mot *je* ou *nous* qui

indique ce rôle, et le mot *me* et *nous* qui indique qu'il est à-la-fois sujet *agissant*, et sujet *recevant*; ce que nous appellerons sujet et objet d'action. Ou la parole lui est adressée, et alors, second acteur, il est au second rang; car le second rang appartient au second acteur : c'est la seconde personne énoncée ainsi; *tu* pour le sujet d'action, *te* pour l'objet, et *vous* pour l'un et l'autre, quand il s'agit de deux acteurs, ou que l'acteur dont il s'agit n'est pas un fils, ou un ami intime de celui qui parle; et alors ce mot exprime cette seconde vue de l'esprit, et nous appelons ce mot-là, *pronom* de la seconde personne. Ou on s'entretient de celui de qui on raconte une action, et cet acteur est absent; c'est *il*, *elle*, pour le singulier; *ils*, *elles* pour le plurier. On sent bien que cette personne étant moins importante, n'est aussi que la troisième et la dernière. L'objet de l'action est dans ce cas, exprimé par LE, quand c'est le sujet d'action qui agit sur lui-même. C'est *se* ou *soi* comme *me* ou *vous* sont les objets d'action de la première et de la seconde personne; et ce mot qui exprime la réflexion de l'action d'un sujet sur lui-même, ne peut manquer d'être appelé *réfléchi* : aussi est-il appellé pronom *réfléchi* ou *réciproque*.

Condillac avait pensé que ce pronom de la troisième personne était un adjectif; parce que ce mot ayant été tiré du latin *ille*, qui, comme on sait, a trois genres dans cette langue, il paraît que les règles de l'analogie devaient le faire ranger dans cette classe; mais il est impossible de s'y méprendre. On voit que ces mots sont de vrais démonstratifs;

s'ils ne le sont pas toujours dans le latin, ils le sont au moins dans le français.

Nous ne nous arrêterons pas sur les divisions qu'on avait faites des pronoms ; ces sous-divisions ne serviraient qu'à jetter une grande confusion dans cette matière, et la plus grande simplicité méritera toujours la préférence.

Il y a, dans la classe des pronoms, des mots qui tiennent lieu du nom du sujet, soit qu'il agisse sur les autres, soit qu'on agisse sur lui : ces mots servant à désigner des personnes, seront donc appelés personnels ; mais nous les appellerons aussi *substantifs*, du nom de ces personnes. Si on pouvait les mettre à la place du nom, ne seraient-ils pas en effet des *substantifs* ? Ici commence notre classification des pronoms ; mais si ces mots n'expriment que des pronoms qui de leur nature modifient des objets appartenant à ces personnes, à la manière des modificatifs, quelle raison y aurait-il de leur refuser le nom de modificatif ? Ceux-ci seraient donc nommés *personnels qualificatifs*, sans nous embarrasser davantage de tout ce qui a été dit sur les pronoms. Les pronoms substantifs et les pronoms adjectifs, voilà nos deux classes ; il est plus aisé de retenir cela qu'une plus grande sous-division : ainsi *moi*, *me*, *je*, *vous*, *tu*, *toi*, *te*, *vous*, et, *il*, *elle*, *ils*, *elles*, et, *soi*, seront des substantifs ; et *mon*, *ma*, *mes*, *le mien*, *la mienne*, *les miens*, *ton*, *ta*, *tes*, *son*, *sa*, *ses*, *leur*, *notre*, *nos*, *votre*, *vos*, seront des adjectifs ; il y a beaucoup de mots, comme le mot *on*, par exemple, qui sont de vrais noms substantifs : ce mot a été regardé par

Restaut, comme un vrai nom substantif. Son étymologie semble l'indiquer : voyons quelles altérations il semble avoir éprouvées. Nous observerons d'abord, que ce mot est le sujet le plus vague qu'on puisse énoncer ; pourquoi cet *on* a-t-il une si grande indétermination ? C'est qu'il remplace cette forme de phrase : *tous les hommes*, *les hommes*, *l'homme*, on enfin *homme*, comme si on disait homme m'a dit telle chose ; *hom, me*, et en enfin *on m'a dit*.

Cette décomposition se fait ainsi :

Tous les hommes.
Les hommes.
Un homme.
Homme.
Omme.
Om.
On.

On peut donc dire, avec Beauzée, que ce mot est ordinairement le synonyme de *homme*, *homme* m'a dit.

Si tout ce que je viens de dire sur le pronom ne vous paraît pas dénué de raison, vous en concluerez avec moi que quand on considère plutôt philosophiquement que matériellement les élémens de la parole, leur nombre, comme nous l'avons observé, se resserre toujours davantage, et diminue en raison des observations philosophiques que l'on fait. Nous voyons que le nom s'empare de presque tout. Tout le reste est de son domaine, ou comme principal, ou comme accessoire. Le qualificatif ou adjectif le modifie. Le

déterminatif ou l'article circonscrit sa trop vaste étendue. Le déterminatif elliptique (car c'est la dénomination qui me paraîtrait convenir au pronom), le déterminatif elliptique le détermine aussi, et en rappelle la signification.

Nous avons donc eu quelque raison de traiter du NOM avec quelqu'étendue.

Les grammairiens se sont complus à enrichir la langue de beaucoup de mots, que semble pouvoir revendiquer l'*article*; c'est que des élémens naturellement rapprochés par la même vue de l'esprit, ou par des vues à-peu-près pareilles, s'appellent les uns, les autres, et sont faciles à confondre par ces ressemblances partielles, et à ne plus former des genres divers ou des espèces différentes : ainsi les uns appelleront ARTICLE, ce que nous appellerons PRONOM, et réciproquement. Nous aurons soin de classer les uns et les autres avec la plus grande précision possible dans notre grammaire élémentaire. Nous n'oublierons pas que parmi les pronoms, un sur-tout qui joue le plus grand rôle dans la période, mérite une observation particulière, à cause des diverses fonctions qu'il y remplit. C'est celui qu'on a toujours nommé RELATIF. Destiné à lier les propositions pour en former la phrase, comme il sert à lier les mots, nous pensons qu'on peut l'appeller CONJONCTIF. Destiné pareillement à mettre sous les yeux de l'esprit l'objet dont le nom vient d'être énoncé, il est en même-tems déterminatif, démonstratif : et rapportant l'esprit sur l'objet lui-même, on a dû le nommer RELATIF.

Les élèves des écoles primaires, à qui sans doute

nous devons tout faciliter, ne s'épouvanteront pas à la vue de ces dénominations caractéristiques; chaque mot indiquant une fonction particulière, sera retenu dans la mémoire quand il lui sera présenté par la raison, quand sa définition se trouvera dans sa dénomination : voilà pourquoi je renvoie à la dernière séance de ce cours le tableau des définitions et des dénominations grammaticales. Nous remarquerons ici l'heureuse fécondité de ce pronom relatif, dans les divers tableaux de la parole. Il se trouve presque par-tout où se trouvent deux affirmations, par-tout où la proposition sort de sa simplicité, presque dans toutes les questions; et la raison en est simple : ne signifiant rien par lui-même, toutes les fois qu'il paraît à la tête d'une phrase, il cause, par sa place même, une sorte d'inquiétude et de souci, que les latins appelaient *cura*, et d'où nous est venu le mot *curiosité*, *curieux*, comme si nous disions *souci*, *soucieux*. La curiosité fait naître la question; ainsi le relatif initial doit nécessairement être interrogatif.

Mais il arrive quelquefois que ce pronom initial n'est pas interrogatif, comme dans cette phrase : *qui a des mœurs est digne de vivre dans une république.* Dans cette dernière phrase, la règle semble être en défaut; mais c'est ici la phrase composée, où l'ellipse d'un mot de l'une des deux propositions produit la différence. Rétablissez la transposition et l'identité des termes, la difficulté disparaît aussitôt. *Celui-là est digne de vivre dans une république, qui a des mœurs*; ou celle ci: *celui qui a des mœurs est digne de vivre dans une république;* et cette phrase, qui contient deux propositions, voici comme je desirerais qu'on la développât aux élèves :

je voudrais d'abord qu'on isolât ainsi chaque proposition, *un homme a des mœurs*, *cet homme est digne de vivre dans une république.*

Je parlerai ainsi aux élèves : il n'arrive presque jamais que deux propositions sur le même sujet soient toutes deux d'une égale importance, au moins dans l'esprit de celui qui les énonce. L'une des deux est, dans l'esprit, tellement supérieure, qu'elle pourrait absolument se passer de l'autre; on pourrait donc généraliser ainsi l'une de ces deux propositions : *l'homme est digne de vivre dans une république.*

On verrait aussitôt que celle-ci : *l'homme a des mœurs*, n'est pas aussi générale; qu'elle n'est donc pas d'une égale importance, qu'elle est incidente de la première qui est principale de celle-ci; qu'ainsi, pour ne faire de ces deux propositions qu'une phrase unique, il faut les exposer ainsi : *l'homme qui a des mœurs est digne de vivre dans une république.*

Nous ne faisons que passer rapidement sur cette partie de l'art de la parole, que nous traiterons avec toute l'étendue qu'elle exige dans la dernière section de ce cours, quand nous nous occuperons de la proposition, par rapport au style. Ce que nous en disons ici, ne doit servir qu'à distinguer le pronom relatif des autres pronoms.

Ce pronom est encore adjectif dans la phrase interrogative; on dit : *quel être*, *quel homme*, et nous croyons qu'il est alors formé de deux élémens; de *que* interrogatif, et du déterminatif de la troisième personne IL; et que le mélange de QUE et de IL forme précisément le mot QUEL, qui est l'adjectif du pronom : je n'ai pas

besoin de dire que ce pronom est quelquefois précédé d'une préposition, et qu'on dit *de qui*, *à qui*, *par qui*, *pour qui;* on sait que *dont* est de cette famille, qu'il est plus elliptique qu'un autre; il renferme la préposition latine *de*, et l'adverbe latin *undè*, dont tout le monde connaît la signification et les divers usages. Mais de plus amples détails seraient trop longs pour ce moment-ci: nous les rappellerons à la seconde section de notre travail: il suffira, pour aujourd'hui, de les avoir indiqués.

Mais nous ne devons pas terminer ce que nous avions à dire du pronom, sans nous arrêter sur cette bisarrerie des langues modernes, au sujet du pronom de la seconde personne, exprimé tantôt par le mot *tu*, et tantôt par le mot *vous*: quelques grammairiens ont pensé que c'est à l'époque où la tyrannie succéda au règne de l'égalité, après la destruction et l'anéantissement des républiques anciennes, que le langage de la fraternité, exprimé par ce mot *tu*, blessa l'orgueil des maîtres de la terre, qui se seraient crus déshonorés, si on leur eût parlé comme on parlait au reste des humains; ils exigeaient qu'on leur parlât comme à une multitude, parce que la multitude leur était tellement asservie, qu'elle n'agissait, en quelque sorte, que pour eux, et qu'ils agissaient par elle. Ce n'est donc pas sans raison, disent ces grammairiens, dont je ne fais que rapporter les opinions, qu'on parlait à un seul individu, comme à tout un peuple: cet individu avait tellement concentré en lui seul tout ce qui lui était soumis, que toutes les volontés étaient dans la sienne, ou plutôt la sienne était l'expression de toutes les autres.

Telle est, dit on, l'origine du *tu* et du *vous*.

Si telle fut l'origine du VOUS et du TU, il ne serait pas étonnant qu'on eût songé à les rétablir, chacun, dans leurs droits; mais il s'en faut bien que ce langage ait une source aussi impure. Les Français n'oublieront pas si-tôt et les auteurs d'un changement qui blesse à la-fois toutes les convenances, et l'époque à jamais exécrable de cette innovation si contraire aux mœurs du peuple le plus humain, le plus poli de l'Europe.

Que devons-nous penser de cette innovation, et faut-il l'adopter? J'ai reçu, à cet égard, plusieurs lettres des élèves de l'École Normale qui, étonnés de ce que ce changement n'a pas encore été adopté dans cette école, désireraient en savoir la raison.

Je me proposais, à la conférence prochaine, de traiter cette question, quand j'ai appris que le citoyen Laharpe, mon collègue, l'avait traitée au *Lycée*, et qu'il avait infiniment intéressé ses auditeurs, autant par la force de sa logique, que par les charmes de son style; je l'ai prié de vouloir bien nous faire part de ce morceau. Il le donnera à cette séance.

LITTÉRATURE.

LAHARPE, *Professeur.*

Sur le tutoiement.

DEPUIS qu'il est permis de raisonner, je n'avais pas cru devoir rien écrire sur le tutoiement: il y avait tant de choses plus pressées! Je n'ignorais pas com-

ment et pourquoi l'on s'était efforcé d'introduire et d'accréditer cette innovation; et il suffirait, pour la juger aujourd'hui, de se rappeler quels en ont été les auteurs : ce sont ceux de ce système de déraison que nous voyons tomber par lambeaux, malgré les efforts que font, pour s'y rattacher, ceux qui en ont encore besoin. Je me reposais donc sur les progrès de convalescence, quoiqu'un peu lents, que paraît faire parmi nous le bon sens ressuscité. Je n'imaginais pas d'ailleurs qu'il y eût un seul homme instruit qui pût être la dupe des sophismes misérables dont on étayait ce bisarre et ridicule travers. Mais puisqu'il s'en est trouvé un qui, faute de saisir le point de la question, (qui ne devait pas en être une) a semblé croire que le tutoiement universel pouvait être admis dans notre langue, dès-lors il n'est pas inutile de démontrer des vérités qui ont pu échapper à des yeux exercés. Je me suis donc proposé de rétablir la question dans son vrai point de vue, de la traiter d'abord en grammairien; ensuite de faire voir les considérations morales, beaucoup plus essentielles qu'on ne pense communément, qui se lient à cette question, et qui m'ont surtout déterminé à la traiter.

Les partisans de la doctrine du tutoiement ont cru avoir cause gagnée en quatre mots, en nous répétant qu'un homme n'était pas deux; qu'il était donc inconséquent de dire *vous* au lieu de *tu* à ce qui n'est qu'un. On avait eu soin même de dicter cette leçon à des gens qui ne savaient pas lire, et qui ne connaissaient pas les noms de pluriel et de singulier. Il y a pourtant quelque apparence qu'on en savait jusques-là, avant

que ces grands législateurs eussent bien voulu nous l'apprendre : aussi n'est-ce point là du tout la question. Mais ce n'est pas avec eux qu'il convient de la débattre ; et comme j'ai promis de la traiter en rigueur, il faut, pour rendre la réplique impossible, me permettre d'employer le langage de la grammaire et de la logique dans des matières qui l'exigent.

Voici donc comme nos adversaires argumentent d'un ton triomphant. « Le tutoiement universel doit être » admis dans la langue française, s'il est vrai que, » dans les principes de la grammaire générale, ce qui » exprime le pluriel ne puisse jamais convenir au sin» gulier. Or il est vrai que etc., donc etc. »

Je nie la majeure comme doublement fausse, et je dis : pour qu'elle fût vraie, il faudrait 1°. que les principes de grammaire générale et la logique universelle des langues, fussent tellement applicables à chaque langue particulière, que jamais aucune ne pût s'en écarter. Il faudrait, 2°. que dans les langues que nous connaissons, ce qui exprime le pluriel, ne pût jamais convenir au singulier. Or l'un et l'autre est faux. Il est reconnu par le fait, (et je vais le prouver), 1°. que les principes de grammaire générale sont dans la syntaxe particulière à chaque langue, susceptibles de dérogations fréquentes. Il est reconnu par le fait, (et je vais le prouver), 2°. que ce qui exprime le pluriel s'applique fréquemment au singulier, même dans les langues anciennes qu'on nous oppose spécialement. Donc la proposition générale et la proposition particulière, fondemens de votre syllogisme, sont égale-

ment fausses ; et quand je l'aurai prouvé par les faits, la question grammaticale sera coulée à fond.

Et quel est donc l'homme, un peu versé dans la grammaire et la philologie, qui peut ignorer qu'il n'y a point de langue qui ne déroge souvent à la théorie métaphysique du langage, par ce qu'on appelle des *idiotismes* ; (mot technique, qui signifie des locutions propres à tel idiôme en particulier,) et qu'en conséquence les Grecs avaient leurs hellénismes, les Romains leurs latinismes, comme les Français ont leurs gallicismes ? Le fait ne pouvant être contesté, je bornerai mes exemples au Français, pour ne pas employer une érudition inutile, et pour être entendu de tout le monde.

Assurément en théorie générale, ce qui exprime la négation ne saurait appartenir à l'affirmation, et l'une est aussi opposée à l'autre que le pluriel au singulier. Cependant vous vous servez à tout moment de la particule *ne*, bien décidément négative, dans des phrases bien décidément affirmatives. Vous dites : „ Cet „ homme est plus défiant qu'il *n*'est permis de l'être „; et pour suivre les principes, il faudrait dire : *plus qu'il est permis de l'être*, comme on le dit en grec, en latin, et dans les langues modernes les plus connues. Que fait donc là ce *ne*, qui, de sa nature est négatif, et qui, si l'on était conséquent, serait un contre-sens dans la phrase ? La grammaire ne saurait l'expliquer par les principes, et les grammairiens répondent, avec raison : c'est un gallicisme, une manière de parler, que l'usage a rendue propre à notre langue, et tellement propre que si vous disiez *plus qu'il est permis*,

vous ne parleriez plus français. Il y a une foule d'autres exemples semblables : citons-en un second, et cela suffira.

En gammaire générale, il y a contradiction entre la particule *si*, quand elle exprime un futur contingent et le présent de l'indicatif, qui exprime toujours une action présente. Cependant vous dites : « Si vous venez demain dîner chez moi, vous y verrez un de vos amis. » Suivant les principes, il faudrait dire, comme en grec, en latin, en italien, etc. *si vous viendrez*, etc. Ce serait pour eux en ce cas, un solécisme de dire, *si vous venez ;* c'en serait un pour nous de dire, *si vons viendrez*, et à cette construction, l'on reconnaîtra, sur-le-champ, un étranger. Qui l'a voulu ainsi ? l'usage, qui de tout tems a été le maître des langues ; l'usage qui, de tout tems, s'est permis de contredire les règles, et qui est lui-même ici la première de toutes ; et quand cet usage est une fois établi par le tems, il constitue ce qu'on appelle le génie d'une langue et devient loi.

Pour ce qui regarde spécialement le pluriel et le singulier, les grecs et les latins eux-mêmes, quoique chez eux le tutoiement fût de règle et d'usage, ne laissaient pas d'appliquer, en plusieurs occasions, le pluriel au singulier, et le singulier au pluriel, tantôt pour les choses, tantôt pour les personnes. Ainsi les grecs disaient : *les animaux se nourrit*, *les animaux court* ; et alors ils prenaient le pluriel pour un nom collectif, et entendaient l'espèce des animaux. Chez les latins, un individu, parlant en son propre et privé nom, disait *nous* au lieu de *moi*.

Et nos ergò manum ferulæ subduximus, etc.

Et nous aussi nous avons été à l'école, dit Juvenal ; et il ne parle là que de lui seul. Ce pluriel s'appelait, par les grammairiens, *emphase*, (*emphasis*) parce qu'il semblait ajouter quelque chose à l'expression. En France, un homme en place disait *nous* dans les actes publics, un seigneur de fief disait *nous* dans les actes privés, l'un pour exprimer l'idée de l'autorité collective, l'autre pour affecter une distinction. Mais ce qui prouve combien les mêmes locutions peuvent différer par les nuances morales dont je parlerai tout-à-l'heure, c'est que le *nous* a été employé, tantôt comme emphatique, tantôt comme plus modeste. C'est dans ce dernier sens, que les écrivains de Port-Royal l'avaient mis à la mode pour éviter, disaient-ils, la vanité du *moi*. Chacun d'eux n'écrivant qu'en son propre nom, disait toujours *nous* ; et cet usage s'est perpétué jusqu'à nos jours.

Il résulte de ces premières observations, que l'argument tiré de la grammaire générale et de la distinction entre l'unité et la pluralité, est absolument nul, puisqu'il s'en faut de tout que la grammaire générale fasse invariablement la loi dans la syntaxe particulière ; que la distinction du pluriel et du singulier n'a été invariablement observée dans aucune des langues connues, et qu'au contraire elle a toujours été subordonnée à une foule de notions usuelles, par lesquelles les mœurs ont par-tout modifié le langage.

Après la thèse grammaticale en faveur du tutoiement, que j'ai détruite de fond en comble, voyons la thèse politique et morale : elle est encore bien plus mauvaise. Dans l'une, du moins, il y avait un prin-

cipe vrai en lui-même, et qui n'était faux que dans l'application ; dans l'autre, il n'y en a d'aucune espéce.

« Le tutoiement est le langage de l'égalité, le lan-
» gage républicain ».

Si nous étions encore au tems où les *patriotes à moustaches*, (parmi lesquels étaient nombre d'aristocrates bien prononcés auparavant, et métamorphosés depuis une époque très-connue,) levaient le sabre ou le bâton dans les sections, au nom de l'*égalité*, sur un pauvre malheureux qui avait oublié de les tutoyer, et le menaçait de le *mettre au pas*, (on sait ce que c'était que de *mettre au pas* !) sans doute il serait fou de prétendre raisonner avec ces maîtres d'école d'une nouvelle espèce : c'est alors le cas de mettre en pratique ce principe dont l'oubli a fait tous nos maux, qu'on peut opposer la raison à la déraison, tant que celle-ci n'est qu'en paroles ; mais que dès qu'elle a recours à la force, il faut sur-le-champ lui opposer la force : et comme dans l'ordre social, tout le monde est intéressé à la défense du sens commun, excepté les bandits, ceux-ci se seraient trouvés toujours un contre cent, si *la faction des honnêtes gens*, (c'est ainsi qu'on les appelait) avait eu l'esprit de se réunir *en masse* contre *le peuple* des bandits *en masse*. Mais comme aujourd'hui les choses reprennent peu-à-peu leur place, à mesure que les mots reprennent leurs sens, et que les bandits ne font plus qu'une *faction*, depuis que les honnêtes gens sont redevenus *le peuple* ; il ne s'agit plus ici que de détromper sur le tutoiement ceux qui s'en seraient laissés imposer faute de connaissances ou

de réflexion. Je dis donc que l'assertion que je réfute, est absolument gratuite, dénuée de tout fondement, soit en fait, soit en principe. En fait : car c'est précisément dans les états despotiques que le tutoiement est universel, et je ne parle pas seulement des Orientaux et des Turcs ; mais en Russie le paysan esclave tutoie son impératrice. De plus, il y a bien quelques gouvernemens républicains dans le monde, et il serait plaisant d'imaginer que nous sommes les premiers qui s'en soient avisés ; il y a même, pour ne laisser aucune ressource à la chicane des mots, des démocraties, par exemple, celles de quelques cantons Suisses et des Américains ; et dans aucune république, on n'a jamais pensé à généraliser le tutoiement, et à en faire un type d'égalité. Pourquoi ? c'est ici que je vais prouver contre l'assertion que je combats. qu'elle est aussi fausse dans le principe que dans le fait.

Pour qu'elle fût vraie, il faudrait que la distinction du *vous* et du *toi*, en parlant à une seule personne, distinction établie de tems immémorial dans toutes les langues de l'Europe, ne l'eût été que comme un des signes de l'inégalité politique et civile ; et c'est de quoi nous n'avons pas la moindre preuve, pas même le plus léger indice. Nous savons bien que les Césars des derniers siècles de l'empire, adoptèrent le *nous* au lieu du *moi* ; mais quelle qu'en fut la cause, cette distinction unique, qui passa depuis aux souverains de l'Europe, n'influa en rien sur le langage usuel des Grecs ou des Romains. A l'égard des idiômes européens, dérivés la plupart du latin, quelle fut l'origine de cet usage de dire *vous* à un seul ? et à quelle

quelle époque a-t-il pris naissance? C'est ce que nous ne savons pas, et ce dont on ne peut trouver de traces dans les monumens antiques. Mais en nous restreignant à ce que nous sommes à portée de juger le mieux, c'est-à-dire, à notre propre langue, nous trouverons dans la différence du *vous* au *toi* une foule de nuances sociales et morales, étrangères à tout ordre politique et civil, mais d'ailleurs, quelle qu'en soit la cause première, tellement inhérentes aux mœurs publiques et privées, aux idées universellement reçues, à ce génie particulier à chaque langue, et que l'on sait être indestructible, que pour avoir imaginé qu'il fût possible de les anéantir, il fallait toute l'ignorance et toute la stupidité des dominateurs, qui en prescrivant le tutoiement universel, n'ont cru faire qu'une loi de police. C'est ici que la discussion devenant à-la-fois morale et littéraire, présente une quantité de rapports intéressans, dont les apôtres du tutoiement étaient, pour la plûpart, fort loin de se douter, et que quelques-uns, plus avancés, n'ont apperçus que comme un motif de plus de les détruire, si la chose eût été possible.

Si la distinction du *vous* et du *toi* eût été vraiment un symbole d'inégalité politique et civile, les rois auraient tutoyé tout le monde; les cours de judicature, qui s'appellaient souveraines, auraient tutoyé tout le monde; on sait assez le contraire. Toute réflexion faite, il est à présumer que le *vous* à la place du *toi* a commencé, dans toutes les langues qui l'ont adopté, par être un mode d'urbanité, une marque de déférence sociale, de respect volontaire, qui de la cour aura

mais non pas à un mot; mais ce despote romain avait du moins un peu plus d'esprit que les despotes jacobins, et c'est eux que j'entends qui me crient : « Toutes ces nuances du langage sont une aristocratie, » et détruisent l'égalité »!

Ah! nos défunts maîtres, qui ne ressusciterez pas, cela était bon à dire, quand toute la logique du jour se réduisait à ce seul argument : « Si tu oses » lier ensemble deux idées conséquentes et employer » les mots dans leur sens, tu es mort ». J'ai déjà dit comment il eût fallu répondre à cette méthode d'argumentation. Aujourd'hui qu'on s'est apperçu qu'elle avait quelques inconvéniens, il n'en reste plus qu'un pour ceux qui entreprennent de raisonner; c'est le dégoût qu'éprouve tout homme sensé à prouver ce qu'il n'est pas permis d'ignorer : il faut pourtant le surmonter ce dégoût; et quand la démence a été assez long-tems puissante pour devenir contagieuse, il ne faut pas dédaigner de la confondre.

On aurait arrêté d'un seul mot le torrent de l'extravagance et le débordement de tous les crimes, si l'on eût établi en loi, dans toute assemblée délibérante, de ne jamais prononcer le mot d'*égalité* tout seul, et de dire toujours l'*égalité des droits*, sous peine d'être rappellé à l'ordre et censuré. C'est le dernier excès de la bêtise ou de l'impudence, de prétendre qu'il puisse jamais exister une autre espèce d'*égalité* que celle *des droits* : c'est celle-là que nous avons consacrée comme base de tout gouvernement légal; toute autre est le rêve de la folie ou le mot d'ordre des brigands. Je reviendrai ailleurs sur ce texte si

funeste, et je développerai l'épouvantable systême qu'on avait bâti dessus : aujourd'hui pour avoir une idée de l'abus qu'on peut faire de ce mot sacré d'*égalité*, quand on l'étend au-delà des droits naturels et civils, il suffit de se rappeller que c'est au nom de l'*égalité* qu'on a fait tout ce que vous avez vu, tout ce que le monde n'avait vu jamais, et qu'heureusement on ne peut pas voir deux fois. On n'oubliera plus, (il faut l'espérer) que si l'égalité des droits naturels et civils est fondée sur la nature et la raison, l'inégalité morale et sociale, celle qui dérive des facultés personnelles, comme les talens, l'industrie, les vertus; des différences de sexe et d'âge, et des liens du sang, comme l'autorité paternelle, maternelle, conjugale; de la puissance légale, comme toutes les places dans lesquelles un seul ou plusieurs sont chargés de représenter le pouvoir de tous; que cette inégalité est fondée aussi sur la nature et la raison encore plus impérieusement, et la preuve est dans les faits : car il n'y a que trop de gouvernemens où les droits naturels et civils, la sûreté, la liberté, la propriété sont plus ou moins restreints, plus ou moins entamés par le vice des institutions politiques; mais il n'y en a pas un seul où l'ordre moral et social ne soit fondé sur le respect des enfans pour leurs parens, des élèves pour leurs instituteurs, des domestiques pour leurs maîtres, des soldats pour leurs commandans, des particuliers pour les magistrats, et de tous les citoyens pour l'autorité publique, quelle qu'elle soit. Sans cette subordination morale et sociale, ébauchée même dans l'état sauvage, et perfectionnée chez les peuples civilisés,

le genre-humain ne subsisterait pas ; et que deviendrait-elle si l'enfant se croyait l'égal de son père, l'élève de l'instituteur, le soldat de son commandant etc.? Ils le croiront (et c'est bien ce qu'on voulait) si vous leur ôtez les signes de déférence et de respect, qui sont l'expression habituelle et convenue de cette indispensable subordination. Aurez vous recours alors, pour les y ramener, à des abstractions de morale et de logique, que la plûpart n'entendront pas, ou ne voudront plus entendre? Quelle sottise! quelle ignorance! Et depuis quand l'homme est-il une intelligence pour se conduire uniquement par des idées abstraites? depuis quand peut-il séparer ses idées de son langage, et ses devoirs de ses habitudes. Insensés! si du moins vous l'êtes de bonne-foi; allez interroger les habitans des villes et des campagnes, demandez-leur si le fils à qui l'on a persuadé qu'il fallait tutoyer son père et sa mère, a conservé beaucoup de respect pour eux; si le jeune homme en a gardé beaucoup pour les cheveux blancs du vieillard, pour l'innocence et la modestie de la jeune fille, depuis que vous l'avez accoutumé à parler à l'un et à l'autre sans aucun des signes qui rappellent la différence d'âge et de sexe?.... Je m'arrête; ce n'est pas ici le moment de fouiller plus avant dans ces sources impures de l'ignominieuse dépravation où doit tomber l'espèce humaine, quand on lui ôte à-la-fois toutes les lumières qui peuvent l'éclairer et tous les freins qui peuvent la retenir. Je ne peux pas dire toutes les vérités en un jour, mais je les dirai toutes (on peut y compter) à mesure que j'aurai le tems et les moyens de les élever à cette

hauteur, d'où l'on peut les faire tomber comme une masse irrésistible sur la tête de nos ennemis qui sont ceux de l'humanité.

Et qu'ont-ils voulu, en effet, en introduisant le tutoiement? Aura-t-on la simplicité de croire que c'était en eux un bel amour de la fraternité évangélique, telle qu'elle existe dans la secte des illuminés, qu'on appelle Quakers, dont je parlerai tout-à l'heure, puisqu'on nous les a cités en exemple et en autorité? Mais on sait trop que, si les Quakers sont les plus doux et les plus humains de tous les mortels, parmi nous les fondateurs du tutoiement ont été ce que la nature a produit de plus féroce; et que s'il peut y avoir pour eux quelque fraternité, ce ne peut être qu'avec les tigres et les hyènes, à qui même je demande pardon de la comparaison, puisque les hyènes et les tigres ne déchirent que pour dévorer. Que voulaient-ils donc au fond, quand ils ont fait du tutoiement, non pas tout à-fait une loi positive (et je ne sais pas pourquoi), mais une *invitation*, sous peine d'être suspect, c'est-à-dire, sous peine de la vie? En pouvez-vous douter? C'était une partie de ce plan d'avilissement et de destruction, qu'ils avaient imaginé contre la société humaine, et dont ils ont poussé l'exécution aussi loin qu'ils ont pu; de ce plan qui paraît encore inconcevable, et qui pourtant n'est pas même encore tout-à-fait abandonné; de ce plan, dont aucun des oppresseurs du monde n'avait jamais eu l'idée, et dans lequel les nôtres ont eu tout l'honneur de l'invention. J'ai déjà indiqué à l'ouverture du lycée, ce système

monstrueux; et on le verra bientôt approfondi dans toute son étendue, et détaillé dans toutes ses parties. Oui, l'instinct du crime les avait avertis (et cet instinct, sans être chez eux fort éclairé, pouvait bien aller jusques là) que la grossièreté des mœurs et du langage était un des élémens de la férocité, et la férocité était ce dont ils avaient le plus de besoin. S'il était possible que quelqu'un pût en douter encore, qu'il suive leur marche; qu'il voie avec quelle infatigable persévérance ils affectaient de remplir leurs feuilles, leurs affiches, leurs discours, leurs délibérations, leurs lettres même aux autorités constituées, de tout ce que la plus basse crapule et la plus brutale ivresse peuvent vomir de plus dégoûtantes ordures. Du matin au soir, d'un bout de la ville à l'autre, toutes les rues, toutes les assemblées, tous les lieux publics en retentissaient, tous les murs en étaient salis..... O honte! les bulletins mêmes de la Convention en furent souillés! des voix mugissantes se succédaient pour les répéter, sans interruption, avec un accent infernal, et ne manquaient jamais d'y joindre les imprécations de la rage, et les cris de mort et de massacre. Pourquoi? c'est que les chefs et les meneurs voulaient faire de cette petite partie du peuple, qui était à leurs ordres, autant d'égorgeurs et de bourreaux; et sentant bien qu'il y a un rapport nécessaire entre le langage et les actions, voulaient l'accoutumer à ne proférer que des paroles horribles, afin qu'elle fût toujours prête à commettre des actions atroces. Ils savaient que quand on ne garde plus aucune retenue, aucune décence,

aucune mesure dans les paroles, on est bien près de n'en plus garder dans les actions ; et que voulaient-ils autre chose ? Ils savaient que sans les bienséances morales de toute espèce, celles du sexe, celles de l'âge, celles de la pudeur publique, il n'y a plus de mœurs ; et que sans mœurs, il n'y a ni liberté, ni gouvernement ; et n'était-ce pas les mœurs, la liberté, le gouvernement qu'ils avaient juré d'anéantir ?

Ils avaient encore un autre motif : aucun d'eux n'ignorait le mépris et l'horreur qu'avait pour eux quiconque avait puisé dans une éducation honnête, quelques principes et quelques lumières ; et cet avantage, qui se manifeste plus ou moins dans le langage, attire de lui même quelque considération, par-tout où il y a quelqu'ordre social ; et cette seule pensée les révoltait. Aussi leurs agens, dans les sections, signalaient bien vîte quiconque s'exprimait avec quelqu'honnêteté, et sur-le-champ il était proscrit sous quelqu'une de ces dénominations grotesques et meurtrières, qui ne sont que trop connues, et contre lesquelles il n'y avait pas plus de réponse, qu'il n'y en-a contre le glaive de l'assassin. Ainsi le digne jargon qu'ils avaient inventé, leur servait doublement ; à caractériser les brigands qu'ils salariaient, et à désigner les victimes qu'ils cherchaient. Voilà leur plan, le voilà ; et représentez-vous leur joie, quand ils l'ont vu rempli ! Elle ne peut se comparer qu'à la rage qui est encore dans leur ame, dans leurs yeux et sur leurs lèvres, depuis qu'ils n'ont plus le pouvoir dans leurs mains. Représentez-vous l'affreux triomphe de ces êtres vils que des circonstances inouies avaient tirés de leur

moins lugubres, que pourtant je ne ferai qu'esquisser comme toutes les autres, ne voulant ici qu'effleurer des sujets qui seront traités ailleurs.

En effet, il ne me reste plus à parler que des nuances si variées et si multipliées, que la différence du *vous* et du *toi* répand dans le commerce de la vie et dans les écrits qui en sont l'image. Si on voulait les détailler toutes, on ne finirait jamais ; il suffit d'en marquer quelques-unes, dont tout le monde est à portée de sentir le prix. On a déjà réclamé celles qui appartiennent à l amour, et je n'en parlerai pas : je m'en rapporte à l'expérience et aux souvenirs. Mais dans l'éducation même, un enfant, pour qui le tutoiement dans la bouche de sa mère est l'accent de la tendresse, pleure dès qu'elle lui dit *vous*, et s'apperçoit qu'il l'a fâchée : et si elle l'a accoutumé à la tutoyer elle-même, parce qu'à cet âge cette familiarité n'est que de l'innocence et de l'amour ; s'il est habitué à croire qu'on ne tutoie que ce qu'on aime, et si on vient lui dire ensuite qu'il doit tutoyer tout le monde comme sa mère, que se passera-t-il dans sa tête ? et comment en ôterez-vous toutes les idées qu'on y avait attachées au tutoiement, et qui étaient d'un usage si continuel ? Encore une fois, quelle est donc la puissance qui effacera de toutes les têtes les impressions innombrables liées au *vous* et au *tu* ? Qui pourra me faire une loi de parler au premier venu, comme à mon ami, et à toutes les femmes en public, comme je parle à une seule en particulier ? Est-il en moi de parler autrement que je ne sens ? Pour faire disparaître toutes les traces imprimées dans

tous les cerveaux, il faut donc les arracher aussi de tous les livres, de toutes les pièces de théâtre ; car l'impression qu'elles produisent à tout moment, est fondée sur la différence du *vous* au *tu* ; et comment détruire dans la conversation, ce qu'on sent tous les jours au théâtre ? Comment se faire deux esprits, l'un pour la société, l'autre pour le spectacle ?.... Il reste, il est vrai, deux moyens qui n'avaient pas échappé aux professeurs du tutoiement : l'un de faire, dans tous nos chefs-d'œuvre dramatiques, d'heureux changemens, tels qu'en avait essayés le bon goût du *sans-culotisme* ; l'autre, de bannir du théâtre et de brûler toutes les pièces où l'on dit *vous* et *tu*, comme toutes les tragédies où il y a des *rois*, et toutes les comédies où il y a des *marquis*, etc. Mais par malheur il est un peu tard ; et puisque cela ne s'est pas fait dans le bon tems, il n'est plus permis à personne d'y penser, si ce n'est à ceux qui ne désespèrent de rien.

On a cité un dialogue de Voltaire, où il introduit un Quaker qui justifie son tutoiement ; et il ne s'en suit rien, si ce n'est que Voltaire, qui entendait le dialogue, a fait parler un Quaker comme il devait parler. Mais qui jamais se persuadera que Voltaire, ce grand maître d'urbanité, ait prétendu accréditer une grossièreté absurde ? Il se moque, et avec raison, du *très-humble serviteur*, et du *j'ai l'honneur d'être* ; et la plûpart des gens instruits supprimaient depuis long-tems ces deux formules dans leurs lettres, ou ne s'en servaient qu'avec ceux qui n'étaient pas de force à s'en passer. Il remarque aussi qu'Horace écrivait à Mécène : *te, dulcis amice, revisam : j'irai vous voir*,

mon cher ami. C'est ainsi qu'il traduit ; et il fait observer seulement qu'Horace appelle la première personne de l'empire romain, après Auguste, mon cher ami ; et que s'il eût écrit ainsi à un courtisan de Versailles, on l'eût trouvé fort impertinent.

On n'a point réclamé pour le *monsieur* qui ne signifie rien, et *citoyen* a du sens. Mais je pense pour mon compte, et à mes risques et fortunes, qu'il faut toujours dire *madame*, parce que c'est une formule de bienséance, toujours bien placée d'un sexe à l'autre, et qui n'a aucun inconvénient.

A l'égard des Quakers, ils sont conséquens : chez eux le tutoiement fait partie d'un systême entier, celui de la fraternité évangélique qu'ils professent dans toute son étendue. Ils n'exercent aucune fonction publique, ne prononcent aucun serment, ne vont jamais à la guerre, ne se battent jamais entr'eux, ont horreur du sang, et n'en répandent jamais ; et dès qu'il leur prend envie de parler dans l'église, ils sont tous *inspirés* par le Saint-Esprit. Soyez donc Quakers en tout, si vous prenez le tutoiement des Quakers ; ou plutôt laissez une très-petite secte d'illuminés pour ce qu'elle est, et ne la donnez pas pour modèle à une grande nation.

Je conclus que le tutoiement universel est incompatible avec le génie de notre langue, incompatible avec la décence des mœurs, incompatible avec les habitudes sociales, incompatible avec les impressions morales attachées au langage usuel, incompatible avec celles que nous retrouvons à tout moment dans les livres et au théâtre ; *et je persiste dans mes conclusions.*

QUARANTE-UNIÈME SÉANCE.

(21 *Germinal*).

MATHÉMATIQUES.

LAPLACE, *Professeur*.

L'ALGÈBRE ayant pour objet la grandeur en général, il est visible qu'elle peut s'appliquer à la considération des lignes, des surfaces et des solides, et que les diverses questions géométriques peuvent être traitées par son moyen. Il ne s'agit que de représenter les lignes par les caractères algébriques, et de former les équations résultantes de leurs rappports, qui, le plus souvent, sont donnés par les propriétés des triangles semblables aux rectangles, et par celles du cercle. Dans la solution des problêmes, une ou plusieurs des lignes que ces équations renferment, sont des inconnues dont on détermine les valeurs, par les méthodes que l'algèbre fournit pour résoudre les équations. On construit ensuite ces valeurs, c'est-à-dire, que l'on assigne, par des procédés géométriques, les lignes qui leur sont égales. Ainsi, l'on transporte dans la géométrie, toutes les ressources de l'analyse, et l'on parvient sans peine à des résultats qu'il serait souvent difficile d'obtenir par la géométrie seule.

Les propriétés du cercle et des lignes, propor-

tionnelles, suffisent pour construire les expressions qui ne renferment que des racines quarrées. Par exemple, une fraction dont le numérateur est de la dimension n. et dont le dénominateur est de la dimension $n - 2$, exprimant une surface ; si l'on veut déterminer le côté du quarré qui lui est égal, on peut concevoir le numérateur de la fraction divisé par f^{n-1}, f étant une ligne prise à volonté. Chaque terme de ce numérateur devient de la première dimension, et l'on détermine la ligne qu'il représente, par les proportionnelles, en observant que f, a, b exprimant trois lignes, $\frac{ab}{f}$ est une quatrième proportionnelle à ces lignes. On aura donc ainsi une ligne h égale à la somme de tous les termes du numérateur divisés par f^{n-1} on aura pareillement une ligne l égale à la somme de tous les termes du dénominateur divisés par f^{n-3}; la fraction proposée sera réduite à celle-ci, $\frac{hf^2}{l}$ ou à pf, p étant une quatrième proportionnelle aux lignes l, h, f. La moyenne proportionnelle entre p et f, sera le côté du quarré égal à la fraction proposée.

On peut, en suivant ce procédé, déterminer en lignes, en surfaces et en solides, les expressions d'une, de deux ou de trois dimensions, qui renferment des radicaux quarrés, et même des radicaux dont l'exposant est une puissance de deux. Ainsi la racine de toute équation du second degré, peut être construite, au moyen du cercle et de la ligne droite,

c'est-à-dire

c'est-à-dire avec la règle et le compas; mais le cercle et la ligne droite, ou deux cercles, ne pouvant se couper qu'en deux points, on ne peut pas, par leur moyen, construire les racines d'une équation du troisième degré, ni des racines cubiques; en sorte que la duplication du cube et la trisection de l'angle, problêmes fameux dans l'antiquité, sont impossibles avec la règle seule et le compas.

Le choix des inconnues n'est point indifférent dans les problêmes géométriques, et c'est de là que dépend principalement la simplicité de leurs solutions. La règle que nous avons donnée pour ce choix, dans les problêmes algébriques, peut encore servir ici. Lorsque deux ou plusieurs inconnues sont déterminées par une même équation, il ne faut pas choisir l'une d'elles pour inconnue principale; on doit prendre pour cette inconnue, une ligne qui ait un même rapport avec elles, telle que leur somme, ou leur différence, ou une moyenne proportionnelle. L'équation que l'on obtient alors, est moins composée que celle qui détermine les inconnues du problême; elle en est une réduite, plus facile à résoudre, et qui donne aisément les valeurs des inconnues. Supposons, par exemple, que la hauteur d'un triangle, sa base, et la somme de ses deux côtés étant connues, on propose de déterminer chacun de ses côtés; il est clair que, dépendans de la même manière des quantités connues, ils doivent être donnés par la même équation; ainsi, au lieu de considérer l'un d'eux, comme l'inconnue principale, il vaut mieux prendre pour cette inconnue, leur différence.

Parmi les diverses constructions que l'on peut donner d'un même problême, il en est qui sont recommandables par leur simplicité et leur élégance, et dont la recherche exige quelquefois beaucoup d'adresse. Il est utile dans l'enseignement, d'exercer sur cet objet les élèves.

Vous trouverez un grand nombre de problêmes géométriques, résolus par l'algèbre, dans l'arithmétique universelle de Newton, ouvrage digne de son illustre auteur, soit par les découvertes qu'il contient, soit par les artifices au moyen desquels les solutions des problêmes sont ramenées aux équations les plus simples. Il importe d'autant plus de connaître et de perfectionner ces artifices, qu'ils peuvent seuls assurer aux solutions algébriques, la supériorité sur les solutions purement géométriques qui, d'ailleurs, ont l'avantage de ne faire jamais perdre de vue l'objet principal, et d'éclairer la route entière qui conduit des premiers axiômes à leurs dernières conséquences. Mais je pense que l'algèbre peut toujours fournir les meilleures méthodes ; il ne s'agit pour cela, que de l'appliquer d'une manière convenable, en faisant un choix avantageux des inconnues, et en donnant aux résultats, la forme la plus facile à construire, ou à réduire en calcul numérique. Pour employer commodément, dans cette réduction, les tables de logarythmes, il convient de décomposer les résultats en facteurs. La recherche de la solution la plus simple sous ce rapport, est un nouveau problême, qui souvent présente d'assez grandes difficultés, alors même que le problême principal n'en offre aucune. C'est à les

résoudre, que l'on doit s'attacher, si l'on veut rendre utile l'application de l'algèbre à la géométrie : dans ce genre, lorsqu'il s'agit de méthodes usuelles, un abrégé de calcul est une vraie découverte ; ce qui n'a pas toujours été senti par ceux qui ont essayé de substituer l'analyse aux méthodes trigonométriques ; et c'est pour cela que, dans un grand nombre de cas, ces dernières méthodes sont encore préférées.

Vous concevez que, pour appliquer d'une manière générale l'algèbre à la géométrie, il était nécessaire que les quantités, soit connues, soit inconnues, fussent représentées par des caractères généraux. On n'a d'abord employé les lettres que pour exprimer les inconnues ; les connues étaient représentées par des nombres. Viete est le premier qui ait eu l'heureuse idée d'exprimer les unes et les autres, par des lettres. L'application que ce grand analyste fit de l'algèbre ainsi généralisée, à la géométrie, est devenue, par l'extension que Descartes lui a donnée, l'une des plus importantes découvertes que l'on ait faites dans les sciences. Il semble aujourd'hui qu'il était facile d'y parvenir. Déjà vous avez eu occasion d'observer que presque toujours les idées les plus fécondes sont en même-tems si simples, que l'on est tenté de les regarder comme d'heureux hazards ; mais ces hazards qui ne sont jamais arrivés qu'aux hommes de génie, ont toujours été préparés par des recherches antérieures. Nous ne pouvons nous élever aux vérités générales que par la comparaison des résultats particuliers qu'il faut considérer long-tems, et varier d'un grand

nombre de manières, pour saisir ce qu'ils ont de commun entr'eux, et pour en faire éclore ces grandes théories qui changent la face des sciences, et font époque dans leur histoire.

Une des applications les plus intéressantes de l'algèbre à la géométrie, est celle qui a pour objet la division des angles et de la circonférence, en parties égales. L'analyse en ayant tiré de grands avantages, soit pour la décomposition des fonctions en facteurs, soit pour le développement des fonctions en séries, soit pour la résolution des équations : je vais vous l'exposer en peu de mots.

x et y étant deux angles quelconques, il est aisé de voir par le théorême fondamental de la trigonométrie, que le produit de $\cos. x \pm \sqrt{-1}. \sin. x$, par $\cos y \pm \sqrt{-1}. \sin. y$, est égal à $\cos. (x+y) \pm \sqrt{-1}. \sin. (x+y)$. De-là, il résulte, en faisant y successivement égal à x, $2x$, $3x$, etc. que l'on a généralement

$$(\cos. x \pm \sqrt{-1}. \sin. x)^n = \cos. nx \pm \sqrt{-1}. \sin. nx.$$

Cette formule, l'une des plus utiles de l'analyse, a comme celle du binome, l'avantage de s'étendre aux valeurs de n, entières et fractionnaires, positives et négatives, irrationnelles et même imaginaires.

Il est facile au moyen de cette formule, de développer une fonction quelconque de sinus et de cosinus de l'angle x, en sinus et cosinus de ses multiples; pour cela, il suffit de substituer dans cette fonction,

$\frac{1}{2}(\cos. x + \sqrt{-1}.\sin. x) + \frac{1}{2}(\cos. x - \sqrt{-1}.\sin. x)$
au lieu de cos. x, et

$$\frac{1}{2\sqrt{-1}}.(\cos. x + \sqrt{-1}.\sin. x)$$

$$-\frac{1}{2\sqrt{-1}.}(\cos. x - \sqrt{-1}.\sin. x)$$

au lieu de sin. x; et de développer ensuite la fonction, par rapport aux puissances et aux produits de cos. $x + \sqrt{-1}.\sin. x$, et de cos. $x - \sqrt{-1}.\sin. x$. Ces puissances et ces produits se réduisent en sinus et cosinus de multiples par x, en observant que le produit de $(\cos. x \pm \sqrt{-1}.\sin. x)^{i'}$, par $(\cos. x \mp \sqrt{-1}.\sin. x)^{i}$, est égal à

$$\cos.(i'-i)x \pm \sqrt{-1}.\sin.(i'-i).x$$

on aura ainsi les expressions connues des puissances des sinus, cosinus, tangentes, etc., d'un angle quelconque. Vous trouverez tous les développemens que l'on peut desirer sur cet objet, dans l'introduction à l'analyse des infiniment petits, par Euler, ouvrage excellent, dont je vous recommande la lecture, comme indispensable à tous ceux qui veulent faire des progrès dans l'analyse.

La formule précédente donne un moyen simple de décomposer en facteurs, le binome $x^n \pm a^n$. Pour cela, supposons $x = ay$, et considérons l'équation $y^n \mp 1 = o$. Si l'on y suppose

$$y = \cos. x \pm \sqrt{-1}.\sin. x;$$

on aura

$$\cos. nx \pm \sqrt{-1}.\ \sin. nx = \mp 1;$$

ce qui donne, $\cos. nx = \pm 1$.

Si le signe $+$ a lieu, on a $nx = 2ic$, i étant zéro, ou un nombre entier, et c étant la demi-circonférence dont le rayon est l'unité ; on a donc alors

$$y = \cos. \frac{2ic}{n} \pm \sqrt{-1}.\ \sin. \frac{2ic}{n},$$

les facteurs de $y^n - 1$, sont donc les diverses quantités que l'on obtient, en faisant $2i$ égal à 0, 2, 4, etc. jusqu'à n, ou $n-1$, suivant que n est pair ou impair, dans la fonction,

$$y - \cos. \frac{2ic}{n} \mp \sqrt{-1}.\ \sin. \frac{2ic}{n},$$

les valeurs ultérieures de $2i$ reproduisant les mêmes facteurs Ainsi la fonction

$$x - a.\cos. \frac{2ic}{n} \mp a.\sqrt{-1}.\ \sin. \frac{2ic}{n},$$

représente les facteurs de $x^n - a^n$.

Si l'on a $\cos. nx = -1$, on aura $nx = (2i+1).c$, et dans ce cas, les facteurs de $x^n + a^n$, seront compris dans la forme

$$x - a.\cos. \frac{(2i+1)c}{n} \pm a.\sqrt{-1}.\ \sin. \frac{(2i+1)c}{n}$$

$2i$ étant successivement égal à 0, 2, 4, etc. jusqu'à $n-2$, ou $n-1$, suivant que n est pair ou impair.

De-là il est facile de conclure que $x^n - a^n$, est égal à la racine quarrée du produit des n facteurs que l'on obtient, en donnant à i toutes les valeurs depuis $i = 0$ jusqu'à $i = n-1$, dans le trinome

$$x^2 - 2ax.\cos. \frac{2ic}{n} + a^2;$$

et que $x^n + a^n$. est égal à la racine quarrée du produit des n facteurs que l'on obtient, en donnant à i, toutes les valeurs depuis $i = o$, jusqu'à $i = n - 1$, dans le trinome.

$$x^2 - 2ax \cdot \cos. \frac{(2i+1) \cdot c}{n} + a^2.$$

Ce résultat est la traduction analytique de ce théorême de Côtes. *Si, dans un cercle, on mène un diamètre quelconque : qu'à partir d'une des extrémités de ce diamètre, comme origine, on divise la circonférence, dans le nombre 2 n de parties égales, et que l'on désigne par les nombres* o . 1 . 2 . 3 . *etc., ces divisions,* o *répondant à l'origine; si d'un point fixe quelconque pris sur le diamètre ou sur son prolongement, et du même côté du centre que l'origine des arcs, on mène des droites aux divisions* o . 1, 2, *etc.; le produit de toutes les droites menées du point fixe aux nombres impairs, est égal à la somme des puissances* n, *du rayon, et de la distance du point fixe, au centre; le produit de toutes les droites menées du point fixe aux nombres pairs* o . 2 . *etc., est égal à la différence des mêmes puissances.* Si le point fixe est supposé de l'autre côté du centre, il suffit alors de considérer sa distance au centre, comme étant négative.

Ce théorême, l'un des plus beaux que l'on ait trouvés en géométrie, mérita à son auteur, qu'une mort prématurée enleva aux sciences, ce bel éloge de Newton : *Si Côtes eût vécu, nous saurions quelque chose.*

Ce grand géomètre ayant laissé sans démonstration, son théorême, les géomètres s'appliquèrent à la recher-

blir, et leurs recherches ont produit l'analyse que nous venons d'exposer.

Il en résulte, que la division de la circonférence en parties égales, et la résolution de l'équation $x^n - 1 = 0$, dépendent réciproquement l'une de l'autre : or, on peut résoudre cette équation, sans admettre de radicaux cubes, lorsque n est successivement égal à 3, 4, 5, et à ces nombres multipliés respectivement par des puissances de 2 ; on peut donc, par la règle seule et le compas, inscrire et circonscrire au cercle, des polygones réguliers de ce nombre de côtés.

En général, m et n étant premiers entre eux, et exprimant le nombre des côtés de deux polygones réguliers, inscrits ou circonscrits au cercle ; on pourra facilement inscrire ou circonscrire un polygone régulier d'un nombre mn de côtés. Pour cela, on portera l'arc relatif à un côté du polygone qui a le plus de côtés, sur l'arc relatif à un côté de l'autre polygone, autant de fois qu'il y est contenu exactement; on portera le reste sur le second arc, autant de fois qu'il y est contenu ; on portera le second reste sur le premier reste, et ainsi de suite ; jusqu'à ce que l'on ne trouve point de reste. Le dernier reste sera la commune mesure des deux arcs : or, cette commune mesure est égale à $\frac{2c}{mn}$; on pourra donc inscrire ou circonscrire au cercle, un poligone de mn côtés.

Delà, et de la relation qui existe entre la division de la circonférence, et la résolution des équations à deux termes, il suit que les racines des deux équations $x^m - 1 = 0$, et $x^n - 1 = 0$, donnent les racines

de l'équation $x^{mn} - 1 = 0$. En effet, la résolution de la première de ces équations, donne la valeur de $\cos. \frac{2c}{n} \pm \sqrt{-1} . \sin. \frac{2c}{n}$; et par conséquent, celle de $\cos. \frac{2rc}{m} \pm \sqrt{-1} . \sin. \frac{2rc}{m}$ r étant un nombre entier quelconque, positif ou négatif, puisque cette seconde valeur est la puissance r de la première. Pareillement, la résolution de l'équation $x^n - 1 = 0$, donne la valeur de $\cos. \frac{2r'c}{n} \pm \sqrt{-1} . \sin. \frac{2r'c}{n}$; r' étant un nombre entier; on aura donc la valeur du produit de ces deux dernières fonctions, produit qui est égal à $\cos. \left\{ \frac{rn + r'm}{mn} . 2c \right\} \pm \sqrt{-1}. \sin. \left\{ \frac{rn + r'm}{mn} . 2c \right\}$ or, m et n étant premiers entr'eux, on peut toujours déterminer r et r', en sorte que l'on ait $rn + r'm = 1$; on aura donc ainsi la valeur des $\cos. \frac{2c}{mn} + \sqrt{-1} . \sin. \frac{2c}{mn}$.

Cette quantité est une des racines de l'équation $x^{mn} - 1 = 0$; et toutes les autres racines différentes de l'unité, en résultent, en l'élevant successivement à ses diverses puissances.

La résolution de l'équation $x^n - 1 = 0$, donne toutes les racines $n^{\text{ièmes}}$ de l'unité et l'on voit que les racines, autres que l'unité, sont les puissances de celle qui répond au plus petit arc. La remarque que l'unité peut avoir plusieurs racines du même ordre, quoiqu'une suite immédiate de la formation

des équations, ne paraît avoir été bien connue que dans ce siècle. Elle montre que l'égalité d'une même puissance de deux grandeurs, ne prouve point l'égalité de ces grandeurs; de même que la condition de satisfaire à une même équation, ne prouve point l'égalite des racines. Cette réflexion nous sera utile dans la théorie des logarythmes que nous ferons voir être en nombre infini pour une même quantité.

On peut, au moyen de ce qui précède, extraire une racine quelconque d'une quantité, soit réelle, soit imaginaire. Pour cela, considérons la quantité $p + q \cdot \sqrt{-1}$; sa racine est égale à

$$\left\{ \frac{p}{\sqrt{p^2+q^2}} + \frac{q \cdot \sqrt{-1}}{\sqrt{p^2+q^2}} \right\}^{\frac{1}{n}} \cdot (p^2+q^2)^{\frac{1}{2n}}$$

Soit A le plus petit des angles dont le sinus et le cosinus sont respectivement $\frac{q}{\sqrt{p^2+q^2}}$ et $\frac{p}{\sqrt{p^2+q^2}}$; la fonction précédente sera :

$$(p^2+q^2)^{\frac{1}{2n}} \left\{ \cos. \left(\frac{2ic+A}{n}\right) + \sqrt{-1} \cdot \sin. \left(\frac{2ic+A}{n}\right) \right\};$$

i étant un nombre entier positif qui peut s'étendre depuis $i = o$ jusqu'à $i = n - 1$.

Ainsi, toutes les racines des fonctions de la forme $p + q \cdot \sqrt{-1}$, sont de la même forme, et l'on voit généralement que toute fonction algébrique d'une ou plusieurs imaginaires de la forme $p + q \cdot \sqrt{-1}$,

est de la même forme, et peut se déterminer par la méthode précédente.

Si n est un nombre fractionnaire que nous représentons par $\frac{h}{l}$, l'angle $\frac{2ic+A}{n}$ deviendra $\frac{2ilc+Al}{h}$; il reproduira donc les mêmes sinus et cosinus, lorsque i sera égal à h; ainsi la racine n^{ieme} n'a, dans ce cas, que h valeurs différentes; mais si n est irrationel, alors elle a une infinité de valeurs; car i et i' étant deux nombres quelconques, la différence des deux angles $\frac{2ic+A}{n}$ et $\frac{2i'c+A}{n}$, ne peut jamais devenir un multiple de la circonférence; les valeurs successives de i ne finissent donc point par reproduire les mêmes sinus et cosinus. Nous verrons dans la suite que, si n est imaginaire, et de la forme $p+q\sqrt{-1}$, les racines $n^{iêmes}$ sont encore de la même forme.

Le cosinus de l'angle nx, étant donné, comme on l'a vu précédemment, en puissances du cosinus de l'angle x; si l'on considère le premier de ces cosinus, comme une quantité connue, et le second, comme une inconnue, on aura, pour déterminer cette inconnue, en supposant $a=\cos.nx$, et $y=\cos.x$; l'équation.

$$a=2^{n-1}.y^{n}-n.2^{n-3}.y^{n-2}+\frac{n.\overline{n-3}}{1.2}.2^{n-5}.y^{n-4}-\frac{n.\overline{n-4}.\overline{n-5}}{1.2.3}.2^{n-7}.y^{n-6}+\text{etc.}$$

Cette équation peut donc être résolue par la division d'un arc, en parties égales ; et si l'on nomme A, le plus petit des arcs dont le cosinus est a, les diverses valeurs de y seront exprimées par $\cos.\left(\frac{2ic+A}{n}\right)$, i pouvant s'étendre depuis $i=0$, jusqu'à $i=n-1$.

Il suit ce qui précède, que

$$\sqrt[n]{a\pm\sqrt{a^2-1}}=\cos.\left(\frac{2ic+A}{n}\right)\pm\sqrt{-1}.\sin.\left(\frac{2ic+A}{n}\right)$$

ce qui donne

$$y=\cos.\left(\frac{2ic+A}{n}\right)=\tfrac{1}{2}.\sqrt[n]{a+\sqrt{a^2-1}}+\tfrac{1}{2}.\sqrt[n]{a-\sqrt{a^2-1}}.$$

Ainsi l'expression de y peut être mise sous une forme indépendante des cosinus, et, sous cette forme, elle embrasse le cas où a est plus grand que l'unité.

Lorsque a est moindre que l'unité, les racines de l'équation sont toutes réelles, et elles offrent la même singularité que le cas irréductible des équations du troisième degré, celle d'être la somme de deux imaginaires. En effet, nous verrons bientôt que l'équation du troisième degré, est alors comprise dans la précédente.

Les expressions du sinus et de la tangente de l'angle nx, en puissances du sinus et de la tangente de l'angle x, fournissent pareillement des équations d'un

degré indéfini, qui peuvent être résolues par la division de l'angle en parties égales.

De-là résulte un moyen facile de résoudre les équations du troisième et du quatrième degré, en faisant usage des tables de sinus. Ce moyen est si commode, que malgré la facilité que présente la résolution des équations du second degré, il peut être employé avec avantage, relativement à ces dernières équations.

Considérons l'équation du second degré,

$$x^2 + p x \pm q = o$$

q étant positif. Soit $x = z . \sqrt{q}$, on aura

$$z \pm \frac{1}{z} = - \frac{p}{\sqrt{q}}.$$

Si le signé + a lieu, et si $\frac{-p}{2\sqrt{q}}$ est, abstraction faite du signe, moindre que l'unité, on fera

$$z = \cos. u + \sqrt{-1} . \sin. u,$$

et l'on aura

$$\cos. u = \frac{-p}{2\sqrt{q}}$$

Les tables des sinus feront connaître l'angle u, au moyen de cette équation, qui donnera facilement le logarythme de cos. u ; et comme, à la même valeur de cos. u, répondent les deux angles u et $-u$, on aura pour x deux valeurs qui, dans ce cas, sont imaginaires.

Si $\frac{-p}{2\sqrt{q}}$ est, abstraction faite du signe, plus grand que l'unité ; on fera

$$z = \text{tang. } u ;$$

et l'on aura

$$z + \frac{1}{z} = \frac{2}{\sin.\ 2\ u.}$$

d'où l'on tire

$$\sin.\ 2\ u = -\frac{2\sqrt{q}}{p}$$

Le tables des sinus donneront le plus petit des angles qui répondent à cette expression de sin $2\ u$, prise positivement. Cet angle, affecté du même signe que cette expression, sera la valeur de $2\ u$; mais au sinns de $2\ u$, répondent les deux arcs, $2\ u$ et $c - 2\ u$, c étant la demi-circonférence ; on aura donc, pour les deux valeurs de x,

$$x = \sqrt{q}.\ \text{tang.}\ u\ ;\ x = \sqrt{q}\ .\ \text{tang.}\ \left(\frac{c}{2} - u\right).$$

Si l'on a

$$z - \frac{1}{z} = \frac{-p}{\sqrt{q}},$$

on fera encore $z =$ tang. u, ce qui donne :

$$\frac{1}{z} = \frac{2}{\text{tang.}\ 2\ u};$$

et par conséquent

$$\text{tang.}\ 2\ u = \frac{-2\sqrt{q}}{p}$$

Les tables des sins feront connaître le plus petit bes angles qui répondent à cette expression de tang. $2\ u$, prise positivement ; cet angle, affecté du même signe que cette expression, sera la valeur de $2\ u$. Maîs à la tangente de $2\ u$, répondent ies deux arcs $2\ u$, et $c + 2\ u$, on aura donc

$$x = \sqrt{q}.\ \text{tang.}\ u\ ;\ x = \sqrt{q}\ .\ \text{tang.}\ \left(\frac{c}{2} + u\right).$$

Considérons présentement l'équation du troisième degré :

$$x^3 \mp p\,x + q = o\;;$$

p étant positif. Supposons $x = r.\left(z \pm \frac{1}{z}\right)$; nous aurons

$$x^3 \mp p\,x + q = r^3.\left(z^3 \pm \frac{1}{z^3}\right) \pm (3\;r^3 - p\,r).$$
$$\left(z \pm \frac{1}{z}\right) + q = o.$$

Soit $r^2 = \frac{1}{3}p$, et $-\;3\;q\,\sqrt{3} = 2\;h$; on aura

$$z^3 \pm \frac{1}{z^3} = 2\;h.$$

Cette équation en z est du sixième degré, mais résoluble à la manière de celles du second degré; ce qui donne un nouveau moyen de résoudre les équations du troisième degré.

Supposons d'abord que le signe supérieur ait lieu, et que h, abstraction faite du signe, soit moindre que l'unité. Alors $\frac{1}{4}\,q^2 - \frac{1}{27}\,p^3$ est une quantité négative, et l'équation proposée tombe dans le cas irréductible. Si l'on fait $z = \cos.\,u + \sqrt{-1}.\,\sin.\,u$; on aura $x = \sqrt{\frac{p}{3}}\left(z + \frac{1}{z}\right) = 2.\,\sqrt{\frac{p}{3}}.\;\cos.\;u$;

on aura ensuite $z^3 + \frac{1}{z^3} = 2\cdot\cos.\;3\,u$

partant, $\cos.\;3\,u = h$. Soit A, le plus petit des angles, dont le cosinus est h, et que les tables feront connaître; on aura pour $3\,u$, les trois valeurs, A, $2\,c$ + A, $4\,c$ + A; et par conséquent, les trois

valeurs de x, seront $x = 2 \cdot \sqrt{\frac{p}{3}} \cdot \cos. \frac{1}{3} A$;

$x = 2 \cdot \sqrt{\frac{p}{3}} \cdot \cos. \left(\frac{2c + A}{3}\right)$; $x = 2 \cdot \sqrt{\frac{p}{3}} \cdot$

$\cos. \left(\frac{4c + A}{3}\right)$.

Remarquez bien ici l'usage des quantités imaginaires pour déterminer les quantités réelles : la valeur de z exprime le radical imaginaire, dont la racine de l'équation du troisième degré est composée dans le cas irréductible ; mais, sous cette forme, on voit clairement que les imaginaires disparaissent de l'expression de $r\left(z + \frac{1}{z}\right)$, qui est égale à x. Ainsi, la considération des quantités imaginaires qui embarassaient beaucoup les premiers analystes, est devenue par leur comparaison avec l'expression $\cos. x. \pm \sqrt{-1}, \sin. x$, facile et d'un grand usage dans l'analyse, et vous aurez occasion d'en voir des applications nombreuses dans le calcul infinitésimal.

Si h, abstraction faite du signe, est plus grand que l'unité, on fera

$$z^3 = \text{tang. } u;$$

alors on aura $z^3 + \frac{1}{z^3} = \frac{2}{\sin. 2u}$;

d'où l'on tire $\sin. 2u = \frac{1}{h}$; on aura donc u par les tables des sinus. Si l'on fait ensuite $\sqrt[3]{\text{tang. } u} = \text{tang. } u'$,

on aura

on aura

$$x = \frac{2 \cdot \sqrt{\frac{p}{3}}}{\sin. 2 u'}.$$

C'est la valeur réelle de x; ses deux valeurs imaginaires sont

$$x = \sqrt{\frac{p}{3}} \left(\frac{-1 \pm \sqrt{-3} \cdot \cos. 2 u'}{\sin. 2 u'} \right)$$

Il nous reste à considérer le cas où l'on a

$$x = \sqrt{\frac{p}{3}} \cdot \left(z - \frac{1}{z} \right).$$

On fera, dans ce cas, $\frac{1}{z^3} = \text{tang. } u$, et l'équation

$$z^3 - \frac{1}{z^3} = 2 h$$

donnera

$$\text{tang. } 2 u = \frac{1}{h};$$

on aura donc l'angle u, au moyen des tables. Soit $\text{tang. } u' = \sqrt[3]{\text{tang. } u}$; on aura

$$x = \frac{2 \cdot \sqrt{\frac{p}{3}}}{\text{tang. } 2 u'}.$$

Les valeurs imaginaires de x, sont

$$x = -\sqrt{\frac{p}{3}} \cdot \frac{(\cos. 2 u' \pm \sqrt{-3} \cdot)}{\sin. 2 u'}$$

La résolution des équations du quatrième degré dépend d'une réduite du troisième degré; ses racines sont une fonction très-simple de celle de la réduite; on pourra donc les déterminer facilement par la méthode précédente.

Vous voyez par ce qui précède, que l'application de l'algèbre à la géométrie, a pour objet de faire servir les méthodes de l'analyse à la détermination d'un ou de plusieurs points, d'après des conditions données. Mais, si le nombre des équations, qui résultent de ces conditions, est insuffisant pour la détermination de ces points, il en existe alors une infinité dont l'ensemble forme des surfaces ou des lignes.

La manière la plus simple de fixer la position d'un point dans l'espace, consiste à le rapporter à trois plans perpendiculaires entr'eux. Les distances du point à chacun de ces plans se nomment *coordonnées*, et les intersections mutuelles des plans sont les axes des coordonnées qui leur sont parallèles. x, y, z, exprimant ces coordonnées, z est la distance du point, au plan dans lequel sont les axes des x et des y; la rencontre de z avec ce plan, est la projection du point, et y est la distance de cette projection à l'axe des x. Enfin, x est la distance du point où la perpendiculaire y à l'axe des x rencontre cet axe, à l'intersection commune des trois axes, intersection qui est l'origine des coordonnées. Cette distance se nomme alors *abscisse*, et les deux autres lignes y et z, se nomment *ordonnées*. Si l'on considère comme positives, les coordonnées prises d'un certain côté de leur origine; elles seront négatives, prises du côté opposé.

Si l'on n'a qu'une équation entre les trois coordonnées, la position du point est indéterminée, et le lieu de tous les points qui y satisfont, est une surface dont cette équation exprime la nature.

Si l'on a deux équations entre les coordonnées, la position du point est encore indéterminée; le lieu de tous les points qui satisfont à ces équations, est à-la-fois sur les deux surfaces qu'elles représentent; elle est donc sur la ligne formée par leur commune intersection; et cette ligne se nomme *courbe à double courbure*, quand elle n'est pas située dans un même plan.

Enfin, si l'on a trois équations entre les coordonnées, la position du point est déterminée; et c'est sous ce point de vue, que nous venons d'envisager l'application de l'algèbre à la géométrie.

Le premier objet de l'analyse appliquée à la théorie des courbes et des surfaces, est de former leurs équations, d'après les conditions qui les déterminent. Par exemple, la circonférence étant une ligne dont tous les points sont également éloignés du centre, il est facile d'en conclure que a étant son rayon, y une perpendiculaire abaissée d'un de ses points sur un diamètre, et x la distance de cette perpendiculaire, au centre; la condition dont il s'agit, donne pour l'équation du cercle

$$x^2 + y^2 = a^2.$$

Mais, souvent ce problême présente de grandes difficultés dont la solution a fait naître des théories importantes. Ainsi, la considération des lignes et des surfaces, d'après la condition qu'elles embrassent, sous la même étendue, le plus petit espace, a produit le calcul des variations; et les premiers élémens du calcul des différences partielles, sont dûs à la recherche

des courbes qui coupent un système donné d'autres courbes, à angles droits.

Quand les équations sont formées, on peut lire dans leur développement, toutes les affections des surfaces et des lignes qu'elles expriment. On peut déterminer le cours de ces surfaces et de ces lignes dans l'espace, leurs branches infinies, leurs inflexions, leurs rebroussemens, leurs contours, leurs nœuds et leur courbure, leur grandeur et celle des espaces qu'elles enferment, la position des plans et des lignes qui les touchent, leurs plus grandes et leurs plus petites ordonnées. Ce rapprochement de la géométrie et de l'algèbre répand un nouveau jour sur ces deux sciences; les opérations intellectuelles de l'analyse, rendues sensibles par les images de la géométrie, sont plus faciles à saisir, plus intéressantes à suivre. Cette correspondance fait l'un des plus grands charmes attachés aux spéculations mathématiques; et quand l'observation réalise ces images, et transforme les résultats mathématiques en lois de la nature; quand ces lois, en embrassant l'univers, dévoilent à nos yeux, ses états passés et à venir; alors la vue de ce sublime spectacle nous fait éprouver le plus noble des plaisirs réservés à la nature humaine.

Considérons d'abord les lignes courbes. Elles sont algébriques ou transcendantes, suivant la nature de l'équation qui les exprime; mais dans tous ces cas, on peut les considérer comme l'intersection de deux surfaces représentées, chacune par une équation entre les trois coordonnées x, y et z. Si l'on élimine de ces équations une des coordonnées, z, par exemple,

on aura une équation entre x et y, qui sera celle de la projection de la courbe sur le plan des x et des y. En éliminant y, au lieu de z, on aura une équation entre x et z, qui sera celle de la projection de la courbe sur le plan des x et des z; enfin, si l'on élimine x, on aura une équation entre y et z, qui sera celle de la projection de la courbe sur le plan des y et des z. Mais il est visible que deux de ces projections étant données, la troisième en est une suite nécessaire.

Quoique la considération des axes des coordonnées, perpendiculaires entr'eux, soit la plus simple, cependant, il est quelquefois utile de supposer que ces axes font entr'eux des angles quelconques; en changeant la position des axes, leur inclinaison mutuelle et leur origine, les nouvelles coordonnées parallèles à ces axes, seront données en x, y, z, par des équations linéaires et réciproquement; en sorte que le degré des équations qui déterminent les courbes ou les surfaces, restera toujours le même. C'est sous ce point de vue général, que nous envisageons les coordonnées.

La nature des courbes à double courbure dépend, comme on vient de le voir, de la nature des courbes situées dans un même plan. Celles-ci, quand elles sont rapportées à leur plan, ne dépendent que d'une seule équation; lorsqu'elles sont algébriques, on les a distinguées en différens ordres relatifs au degré de l'équation dont elles dépendent. On a nommé *lignes du premier ordre*, celles dont l'équation entre les coordonnées x et y, sont du premier degré, et la ligne droite est évidemment la seule de cet ordre. *Les lignes du*

second ordre, sont celles dont l'équation est du second degré, et ainsi de suite.

Chaque ordre présente, à mesure qu'il s'élève, une grande variété de figures. Quelquefois la courbe ne s'étend que jusqu'à certaines limites, au-delà desquelles les ordonnées ou les abscisses deviennent imaginaires; ainsi dans l'équation du cercle $x^2+y^2=a^2$, l'une des coordonnées étant imaginaire, quand l'autre surpasse a; la courbe est renfermée toute entière dans un quarré dont le côté est $2a$. Dans d'autres cas, la courbe étend à l'infini plusieurs branches, dont le nombre et la nature sont le caractère le plus propre à distinguer les ordres en genres. Les branches infinies des courbes approchent sans cesse d'une courbe beaucoup plus simple qui lui sert d'asymptote, et dont elle finit par s'éloigner moins que d'aucune quantité donnée. Cette propriété des courbes est commune à toutes les suites infinies des grandeurs qui dépendent les unes des autres. La détermination des lois qui leur servent de limites, est un des objets les plus intéressans de l'analyse. Voici comme on y est parvenu relativement aux branches infinies des courbes.

Si l'on conçoit l'expression de l'ordonnée y de la courbe, développée dans une suite ordonnée par rapport aux puissances descendantes de l'abscisse x, il est clair que les termes qui renferment les puissances négatives de x, seront d'autant moindres que cette abscisse sera plus grande, et qu'ils parviendront à être plus petits qu'aucune grandeur donnée. La courbe approchera donc sans cesse de celle qui est exprimée par l'expression de y, lorsque l'on n'a égard qu'aux

termes précédens de la série, et cette seconde courbe sera l'asymptote de la première. Tout se réduit donc à former la courbe dont nous venons de parler, ce qui, dans plusieurs cas, présente des difficultés. Newton a imaginé un procédé ingénieux pour les résoudre. Il consiste à partager un parallélogramme, en cases égales, par des lignes menées parallèlement à ses côtés. En supposant l'un d'eux horizontal, et l'autre vertical, on place chaque terme de l'équation proposée, dans la colonne verticale dont le rang, à partir du concours des deux côtés, est égal à l'exposant de x, augmenté de l'unité; on le place en même tems dans la colonne horizontale, dont le rang, à partir du même point, est indiqué par l'exposant de y, augmenté de l'unité. Cela fait, on dispose une règle, de manière qu'elle passe par le centre de deux cases qui renferment des termes de l'équation, en remplissant la condition de laisser au-dessous, tous les termes qui ne sont pas sur sa direction. Maintenant, si, dans l'équation, on suppose $y = A x^i$, tous les termes placés sur la direction de la règle, renfermeront les plus hautes puissances de x, et ces puissances seront les mêmes pour chacun d'eux. En égalant leurs exposans, on aura la valeur de l'exposant indéterminé i; en égalant la somme de leurs coëfficiens à zéro, on aura la valeur de A.

Le terme A. x^i, est le premier terme de la série descendante en x; on aura le second terme, en supposant dans l'équation, y égal à Ax^i, plus une nouvelle variable y', dont on déterminera, par la même méthode, le premier terme $A' x^{i'}$ de son

expression, en ayant soin d'observer que i' doit être moindre que i. En continuant ainsi, on aura les différens termes de l'expression de y. Souvent, après un certain nombre de termes, la loi des exposans se manifeste; et alors il suffit de donner aux termes de la série, des coëfficiens arbitraires que l'on détermine aisément, en substituant cette série, au lieu de y, dans l'équation proposée, et en comparant les puissances semblables de x.

Si la règle peut prendre deux, ou un plus grand nombre de positions différentes, de manière à remplir les conditions dont nous avons parlé; on aura pour l'expression de y, autant de séries différentes, qui donneront les diverses branches infinies de la courbe; mais la courbe n'aura aucunes branches infinies, si toutes ces séries sont imaginaires, et alors on sera sûr qu'elle ne s'étend point au-delà de certaines limites.

Il est facile de conclure de ce qui précède, que les branches infinies d'une courbe sont toujours en nombre pair, et que si le degré de son équation est impair, elle a au moins deux branches infinies.

S'il est intéressant de suivre la courbe dans ses branches infinies, il ne l'est pas moins de la considérer à sa naissance, et d'avoir la courbe la plus simple qui, dans ces points, coïncide avec elle. Pour cela, il faut ordonner l'expression de y en série, par rapport aux puissances ascendantes de x. Le parallélogramme de Newton, offre encore un moyen facile d'y parvenir; mais au lieu de placer la règle, de manière à laisser au-dessous d'elle, tous les termes

qui ne sont pas sûr sa direction, il faut alors la disposer, de manière qu'elle laisse ces termes au-dessus.

Il n'est pas nécessaire, pour l'usage de ce parallélogramme, que les exposans des puissances de x et de y, soient des nombres entiers positifs ; ils peuvent être fractionnaires, et même négatifs. Dans tous les cas, il suffit de placer chaque terme au point du concours des deux lignes parallèles aux côtés du parallélogramme, qui répondent aux exposans de x et de y. Au reste, sans recourir à ce moyen mécanique, on peut, par le calcul, former d'une manière encore plus simple, les séries, soit ascendantes soit descendantes, de l'expression de y ; et c'est ce que Lagrange a fait, dans les mémoires de l'académie des sciences de Berlin.

La considération de l'expression de y en série ascendante, sert à déterminer la courbe d'une nature donnée, qui coïncide avec la proposée, dans un de ses points quelconques, et que l'on nomme *courbe osculatrice*. x et y étant les deux coordonnées du point, changeons dans l'équation de la courbe, x dans $x + x'$, et y dans $y + y'$; les termes indépendans de x' et de y' disparaîtront par la nature de l'équation, et l'on aura une nouvelle équation entre x' et y', d'où l'on tirera pour y', une expression en série, de cette forme : $y' = A.x' + B.x'^2 + C.x'^3 +$, etc., A, B, C, etc. étant des fonctions connues de x et de y. On représentera ensuite, de la manière la plus générale, l'équation de la courbe osculatrice, en supposant que ses coordonnées soient $x + x'$, et $y + y'$, et que les constantes arbitraires dont elle dépend,

soient des fonctions de x et de y, qu'il s'agit de déterminer. Alors, en réduisant cette équation dans une série ordonnée, par rapport aux puissances et aux produits de x' et de y'; elle deviendra de cette forme :

$$o = H + Lx' + My' + Nx'^2 + P.x'y' + Qy'^2 + \text{etc.}$$

H, L, M, N, etc. étant des fonctions connues de x, y et des arbitraires de la courbe osculatrice.

Le point de la courbe proposée, déterminé par les coordonnées x et y, devant appartenir à la courbe osculatrice, on a d'abord $H = o$, et par conséquent

$$o = Lx' + My' + Nx'^2 + \text{etc.}$$

d'où l'on tire pour y', une expression de cette forme,

$$y' = Rx' + S . x'^2 + \text{etc.}$$

R, S, etc. étant des fonctions de x, y et des arbitraires de la courbe osculatrice. Maintenant, si le nombre de ces arbitraires est i, on pourra faire coïncider les $i - 1$, premiers termes de cette série, avec les $i - 1$, premiers termes de l'expression de y' relative à la courbe proposée; on aura alors, pour déterminer les i arbitraires, les i équations,

$$H = o;\ A = R;\ B = S;\ \text{etc.}$$

L'ordonnée y' de la courbe osculatrice ayant le plus grand nombre de termes qu'il est possible, communs avec ceux de l'ordonnée y' de la courbe proposée; il est évident qu'elle est de toutes les courbes de la même nature, celle qui approche le plus de coïncider avec la proposée, à l'origine des x'. Vous verrez dans la suite, que tout l'art du calcul différentiel, consiste à former d'une manière générale et simple, les termes des séries dont je viens de parler, et à exprimer, au moyen d'un caractère particulier, la loi

suivant laquelle ils dépendent de la variable y, considérée comme fonction de x, en sorte que cette loi puisse entrer dans les expressions et dans les équations, indépendamment de la connaissance de y en fonction de x ; vous verrez encore que l'objet du calcul intégral est de remonter de ces équations à la valeur même de la fonction y.

La solution du problême précédent, embrasse tout ce qui concerne les tangentes et les rayons de courbures ; car il est clair qu'il suffit d'y supposer que la ligne osculatrice est une droite ou un cercle. Représentons par $y = h.(x + a)$, l'équation de la tangente, $x + a$ sera la soustangente, et l'on aura

$$x + a = \frac{y}{h};$$

si l'on change x dans $x + x'$, et $y + y'$, on aura $y' = b\,x'$. En comparant cette expression de y' avec celle-ci $y' = A\,x' + B\,x'^2 +$ etc. relative à la courbe proposée ; on aura $h = A$, et par conséquent la soustangente est égale à $\frac{y}{A}$.

Si la courbe osculatrice est un cercle, en nommant R son rayon, et a et b les coordonnées de son centre, coordonnées que nous supposons ici perpendiculaires entr'elles, ainsi que x et y ; on aura, par la nature du cercle,

$$(a - x)^2 + (b - y)^2 - R^2 = o;$$

en changeant x dans $x + x'$, et y dans $y + y'$ on aura

$$y' = \left(\frac{x - a}{b - y}\right).\ x$$

$$+ \frac{[(a-x)^2+(b-y)^2]}{2.(b-y)^3}.x'^2 + \text{etc.}$$

Cette expression de y' comparée à celle-ci,

$y' = Ax' + Bx'^2 + \text{etc.}$ donne

$$\frac{x-a}{b-y} = A;$$

$$\frac{(a-x)^2+(b-y)^2}{2.(b-y)^3} = B;$$

d'où l'on tire

$$R = \frac{(1+A^2)^{\frac{3}{2}}}{2B};$$

$$a = x - \frac{A.(1+A^2)}{2B};$$

$$b = y + \frac{(1+A^2)}{2B}.$$

On aura donc ainsi la position et la grandeur de la circonférence osculatrice, à un point quelconque de la courbe proposée. Les centres de ces diverses circonférences formeront, par leur continuité, une nouvelle courbe dont les coordonnées seront a et b; or on peut, au moyen des expressions précédentes de a et de b, en x et y, déterminer x et y, en fonctions de a et de b; en substituant donc ces valeurs dans l'équation de la courbe proposée, on aura une équation entre a et b, qui sera celle de la nouvelle courbe. Pour en concevoir la nature, imaginons que d'un point quelconque, et avec un rayon quelconque R, on décrive un très-petit arc de cercle; que l'on prolonge le rayon extrême de ce petit arc, de manière à former un second rayon R', et qu'avec ce rayon,

on décrive un nouvel arc ; que l'on prolonge encore le rayon extrême de cet arc, de manière à former un troisième rayon R'', avec lequel on décrira un troisième arc, et ainsi de suite ; on formera une série d'arcs de cercle, qui se toucheront par leurs extrêmités, et dont les centres seront les angles d'un polygone qui aura pour côtés, les différences R'—R, R''— R', etc. Si l'on imagine ce polygone enveloppé d'un fil tel que sa partie extrême soit dirigée suivant le premier côté du polygone, et s'étende de la quantité R, au-delà de ce polygone ; en développant ce fil, de dessus le polygone, il décrira la suite des arcs que nous venons de considérer. Maintenant, plus les arcs seront petits, plus leur suite approchera d'une courbe continue dont ils seront les arcs osculateurs, et plus le polygone approchera de la courbe formée par les centres des circonférences osculatrices : les deux courbes sont donc les limites des suites des arcs et des polygones, et tout ce qui a constamment lieu dans ces suites, a lieu également pour ces courbes. Ainsi l'on peut concevoir une courbe quelconque, comme étant formée par le développement d'un fil qui enveloppe la courbe formée par les centres de ses cercles osculateurs. On nomme cette dernière courbe *développée* ; la première se nomme *développante*. On voit par-là qu'un arc quelconque de la développée, est égal à la différence des deux rayons de courbure de la développante, correspondans aux deux extrêmités de cet arc. Or, la développante étant une courbe algébrique, on a par ce qui précède, ses rayons de courbure et la

nature de sa développée, exprimée par une équation algébrique ; on aura donc ainsi une infinité de courbes algébriques rectifiables, c'est-à-dire, telles que l'on pourra déterminer une ligne droite de même longueur, qu'une portion quelconque de leur circonférence.

Aux points multiples d'une courbe, plusieurs de ses branches se rencontrent, et l'on a plusieurs valeurs de y', correspondantes à la même valeur de x'. Ainsi, en changeant dans l'équation de la courbe proposée, x dans $x + x'$ et y, dans $y + y'$, et en développant cette équation en série ; les termes indépendans de x' et de y' disparaîtront par la nature de cette équation ; et dans le cas d'un point double, les coëfficiens de x' et de y' seront nuls, soit par eux-mêmes, soit en vertu de la même équation. Dans le cas d'un point triple, ces coëfficiens et ceux de x'^2, $x'y'$, et y'^2 seront nuls, et ainsi de suite ; ce qui déterminera les valeurs de x et de y, correspondantes à ces points.

Pour avoir les points où y est un *maximum*, ou un *minimum*, on observera que l'expression de l'ordonnée correspondante à $x + x'$, est

$$y + Ax' + Bx'^2 + C \, . \, x'^3 +, \text{etc.},$$

et que l'ordonnée correspondante à $x - x'$, est

$$y - Ax' + Bx'^2 - Cx'^3 +, \text{etc.}$$

Or, x' pouvant être supposé aussi petit que l'on veut, le terme Ax', s'il n'est pas nul, peut être tel, qu'il surpasse la somme des termes $Bx'^2 \pm Cx'^3 +$; l'ordonnée y ne serait donc pas à-la-fois plus grande que les deux ordonnées voisines corres-

pondantes à $x + x'$ et à $x - x'$; ainsi, dans le cas du *maximum* ou du *minimum*, on doit avoir $A = o$, et cette équation combinée avec l'équation de la courbe proposée, déterminera les valeurs de x et de y, coorrespondantes à ces points.

On distinguera lequel des deux cas a lieu, par le signe B, qui, s'il est négatif, désigne un *maximum* ; il désigne un *minimum*, s'il est positif. Mais si B est nul, il faut pour le *maximum* ou le *minimum*, que C soit nul. En général, il est nécessaire pour cela, que les termes de la série $A\ x' + B\ x'^{2} + C\ x'^{3} +$, etc., disparaissent en nombre impair, et le signe du premier terme qui ne devient pas nul, indique un *maximum*, s'il est négatif, et un *minimum*, s'il est positif.

Nous avons supposé que la série qui exprime la valeur de y' est de la forme $A\,x' + B\,x'^{2} + C\,x'^{2} +$, etc. C'est ce qui a lieu dans le cas général où l'on considère un point quelconque de la courbe : mais dans ces points particuliers, il peut arriver que cette valeur ait la forme $A \,.\, x'^{i} + B\ x'^{i'} +$, etc. i, i', etc., étant des nombres positifs, entiers ou fractionnaires ; et alors ces points peuvent être des points de rebroussement. Si l'on a par exemple,

$$y' = A\,x'^{2} \pm B\,.\,(-x')^{-\frac{5}{2}} ;$$

il est clair que x' étant négatif, la valeur de y' est réelle : mais elle devient imaginaire, lorsque x' est positif ; la courbe s'arrête donc à l'abscisse x, et elle revient sur elle-même ; les deux branches, formées

ar la double expression de y', se terminent en forme
e bec, à l'extrêmité de l'ordonnée y.

Deux courbes rapportées aux mêmes axes, peuvent se couper dans plusieurs points que l'on déterminera, en observant qu'à ces points, les valeurs de x et de y, étant communes à ces courbes, on aura deux équations entre ces deux coordonnées, et l'on connaîtra chacune d'elles par l'élimination. m et n, exprimant les degrés des équations, l'équation finale en x, ne peut pas s'élever au-delà du degré $m\,n$; ainsi, les deux courbes ne peuvent pas se couper dans plus de $m\,n$ points.

On a fait usage de ces intersections, pour déterminer par des constructions géométriques, les racines des équations. Si l'on a, par exemple, à construire l'équation

$$x^4 + p\,x^2 + q\,x + r = 0,$$

on pourra faire $y = x^2$, et l'on aura

$$y^2 + p\,y + q\,x + r = 0;$$

les intersections des deux courbes exprimées par ces deux équations, donneront toutes les racines réelles de l'équation proposée. Ces constructions, qui ont beaucoup occupé les géomètres, sont maintenant de peu d'usage, l'analyse ayant été appliquée à des objets plus intéressans.

Cependant, la construction des racines des équations, par l'intersection d'une courbe avec l'axe des abscisses, est très-utile dans la théorie des équations, comme vous l'avez déjà vu, en rendant sensibles plusieurs résultats importans de cette théorie.

Si l'on suppose que y^r, étant le terme de l'équation d'une courbe, dans lequel y est élevé à sa plus haute puissance, la partie indépendante de y, soit une fonction rationelle et entière de x, qui, décomposée en facteurs, soit de la forme $k.(x-a)(x-b).(x-c)$, etc.; alors le produit de toutes les ordonnées y, relatives à la même abcisse x, sera, par la nature des équations, égal à $\pm k.(x-a).(x-b).(x-c)$, etc. a, b, c, etc., sont les abcisses des points, où la courbe coupe l'axe des abcisses; ainsi ces abcisses étant supposées toutes réelles, ainsi que toutes les ordonnées, $x-a$, $x-b$, etc., seront les distances de ces ordonnées, aux points où la courbe rencontre l'axe des x; d'où résulte ce théorême général.

Le produit de toutes les ordonnées relatives à la même abcisse, est au produit des distances de l'extrêmité de l'abcisse, aux points où la courbe rencontre l'axe des abcisses, en raison constante.

Il vous sera facile d'appliquer les résultats précédens, aux lignes du second ordre, dont l'équation générale est

$$o = a + bx + cy + fx^2 + hxy + ly^2.$$

En plaçant cette équation sur le parallélogramme de Newton, la directrice, dans sa position la plus élevée, rencontrera les trois termes $fx^2 + hxy + ly^2$; en égalant leur somme à zéro, on aura $\frac{x}{y}$ par une équation du second degré. Si les deux racines de cette équation sont imaginaires, la courbe n'aura point de branches infinies, et elle sera inconscrite dans un espace limité; si les deux racines sont égales,

la courbe aura deux branches infinies; elle aura quatre branches infinies, si les deux racines sont réelles et inégales. Dans le premier cas, la courbe se nomme *ellipse*, et son équation peut être ramenée par une transformation convenable de ses coordonnées, à cette forme

$$u^2 + m^2 t^2 = k^2,$$

u et t étant les deux nouvelles coordonnées. Dans le second cas, la courbe se nomme *parabole*, et son équation peut être ramenée à cette forme

$$u^2 = k t;$$

enfin, dans le troisième cas, la courbe se nomme *hyperbole*, et son équation peut être ramenée à cette forme

$$u^2 - m^2 t^2 = k^2,$$

et même à celle-ci $u\,t = k$.

Ces courbes ont été nommées *sections coniques*, parce qu'elles sont formées, par la section de la surface du cône, par un plan. C'est sous ce point de vue qu'elles ont été considérées par les anciens géomètres qui ont découvert, sur leur nature, un grand nombre de beaux théorêmes. Descartes, qui, le premier, a eu l'idée heureuse d'appliquer l'algèbre à la géométrie des courbes, a observé qu'elles formaient la classe entière des courbes du second ordre. Vous pourrez conclure aisément de l'analyse précédente, leurs propriétés les plus remarquables; ainsi, je n'insiste point sur cette matière, qui d'ailleurs est exposée, avec beaucoup de détails, dans plusieurs ouvrages élémentaires. Je vous engage seulement à la présenter dans l'enseignement, suivant cette analyse

conformément à ce que je vous ai déjà recommandé, de préférer en tout les méthodes les plus générales.

Une des plus singulières remarques que l'on ait faites sur les sections coniques, est celle des deux points placés sur le grand axe, auxquels on a donné le nom de *foyers*. Ils sont tels dans l'ellipse, que la somme de leurs distances à un point quelconque de la courbe, est toujours la même. Un rayon lumineux, émané d'un des foyers, est réfléchi par la courbe, à l'autre foyer. Dans l'hyperbole, la différence des distances des foyers, à un point quelconque de la courbe, est constante. Les foyers des sections coniques, sont devenus plus remarquables encore, depuis que l'on a découvert que c'est dans des points semblables que résident les forces qui animent tous les corps du système du monde.

Les bornes de cette leçon ne me permettent pas d'insister davantage sur la théorie des courbes On trouvera tous les détails, que l'on peut desirer à cet égard, dans le second volume de l'introduction à l'analyse des infiniment petits, par Euler; et dans l'ouvrage de Cramer sur la théorie des courbes. Ces deux ouvrages, quoiqu'excellens chacun dans leur genre, ne dispensent pas de lire les deux ouvrages originaux qui leur ont donné naissance, et qui, soit par eux-mêmes, soit par l'influence qu'ils ont eue sur les sciences mathématiques, méritent toute l'attention des géomètres : je veux parler de la géométrie de Descartes, et du traité de Newton, intitulé : *Enumération des lignes du troisième ordre.*

Il sera facile, au moyen des méthodes précédentes,

de déduire les diverses affections des courbes à double courbure, de celles de leurs projections; mais quelqu'intéressante que soit cette discussion, je ne puis m'y livrer ici, et je vais terminer cette leçon, par l'application des mêmes méthodes à la théorie des surfaces.

On distingue les surfaces comme les lignes, en différens ordres, suivant le degré de leur équation; ainsi la surface du premier ordre, est celle dont l'équation entre les trois coordonnées x, y, z, est du premier degré, et il est visible qu'elle est plane.

Les surfaces les plus simples, qui servent d'assymptotes à une surface donnée, dans le cas x, ou de y, ou de z infinis, se déterminent de la même manière que les courbes les plus simples, qui servent d'assymptotes à une courbe donnée. On a encore par la même analyse, les plans tangens des surfaces, et leurs courbures. En effet, x, y, z étant les coordonnées d'un point quelconque de la surface; si l'on change dans son équation, x dans $x + x'$, y dans $y + y'$, et z dans $z + z'$; les termes indépendans de x', y', z', seront nuls séparément, et l'on aura pour z', une expression de cette forme :
$z' = px' + qy' + rx'^2 + s.x'y' + t.y'^2 +$ etc. p, q, r, s, t, etc. étant des fonctions connues de x, y et z. L'équation générale d'un plan quelconque est $z = M + Nx + Py$.

Si l'on change, dans cette équation, x, y, z, dans $x + x'$, $y + y'$, et $z + z'$, on aura les deux équations.

$$z = M + Nx + Py;$$

$$z' = N x' + P y'.$$

En comparant cette expression de z' avec les premiers termes de l'expression précédente de z', on aura

$$N = p\,;\; P = q\,;$$

on aura donc ainsi les valeurs de M, N et P, en fonctions de x, y, z, et par conséquent on aura la position d'un plan tangent à un point quelconque de la surface, au moyen des coordonnées de ce point.

Si l'on rapporte à ce plan, les coordonnées de la surface, que nous supposerons ici perpendiculaires entr'elles, et si nous fixons au point de tangence, l'origine de ces coordonnées; en nommant x'', y'', les coordonnées dans le plan tangent, et z'' l'ordonnée qui lui est perpendiculaire; l'expression de z'' en série, pourra être mise sous la forme

$$z'' = m x''^2 + n y''^2 + \text{etc.}$$

Car, par la nature du plan tangent, les termes multipliés par les premières puissances de x'' et de y'' doivent disparaître, et l'on peut choisir la position de l'axe des x''; de manière que le terme $x'' y''$ disparaisse; m, n, etc., sont des fonctions connues des coordonnées x, y, z, du point de tangence. Si, par ce point, on imagine un plan quelconque, perpendiculaire à la surface; la courbe formée par la section de ce plan, aura pour coordonnées, x'' et $\sqrt{x''^2 + y''^2}$ si l'on nomme R le rayon osculateur de cette section, on aura par la nature du cercle,

$$z'' = \frac{x''^2 + y''^2}{2R} + \text{etc.}$$

Soit A, l'angle que forme le plan coupant avec l'axe des x'', on aura $y'' = x''.\text{tang. A}$; les expressions de z'' relatives à la section et au cercle osculateur, deviendront

$$z'' = \left(\frac{m.\cos.A^2 + n.\sin.A^2}{\cos.A^2}\right).x''^2 + \text{etc.} :$$

$$z'' = \frac{x''^2}{2R.\cos.A^2} + \text{etc.};$$

La comparaison de ces expressions donne

$$2R = \frac{1}{m.\cos.A^2 + n.\sin.A^2}.$$

Si l'on nomme r et r' les rayons osculateurs qui répondent aux deux sections faites par le plan coupant, lorsqu'il passe par l'axe des x'', et lorsqu'il passe par l'axe des y'', on aura

$$R = \frac{rr'}{r'.\cos.A^2 + r.\sin.A^2};$$

d'où il est facile de conclure que le plus grand et le plus petit rayon de courbure, répondent aux deux sections que nous venons de considérer, et qui sont perpendiculaires l'une à l'autre. Les rayons osculateurs des autres sections ne dépendent que de ceux-ci et de l'angle qu'elles forment avec les précédentes.

Nous avons vu que l'intersection de deux surfaces courbes formait une courbe; l'ordre des projections de cette courbe, ne peut pas surpasser le produit des degrés des équations des deux surfaces. Si l'une d'elles est un plan, l'équation de la courbe sera du même degré que celle de la surface; ainsi toute surface du second ordre coupée par un plan, forme une section conique. Trois surfaces ne peuvent pas

se rencontrer dans un nombre de points, plus grand que le produit des degrés de leurs équations.

ART DE LA PAROLE.

SICARD, *Professeur.*

CITOYENS, dans les leçons précédentes, je vous ai développé les moyens que j'emploie pour préparer le sourd-muet à la connaissance des idées métaphysiques, et lui faire connaître, par-là, la valeur des termes abstraits. Nous allons aujourd'hui nous servir de ces moyens préparatoires; et d'après cette analogie, déjà établie entre les opérations physiques et les opérations intellectuelles, nous arriverons à la connaissance de l'idée qui est devenue le premier degré de l'échelle de ces dernières opérations.

La dernière séance nous a donné la série des opérations de l'œil physique, c'est de cette connaissance que nous allons partir; nous rappellerons à la fin la définition du *voir* de l'œil, et nous ferons marcher en regard la définition de l'idée.

Nous avons demandé, à la dernière séance, au sourd-muet, ce que c'était que *voir*; il nous a répondu *que VOIR était recevoir les rayons de lumière envoyés par un corps lumineux sur des objets, et réfléchis par ces mêmes objets sur l'organe de la vue.* Nous lui demanderons aujourd'hui ce que c'est qu'*idéer*. Mais avant de demander la définition de ce mot, il faut

nous assurer que l'action dont il est le signe est connue delui, et pour cela, il va essayer d'amener lui-même à cette connaissance ces deux élèves, sourds-muets, PEYRE et THOURON; car si nous partions de cette définition avant de l'avoir fait précéder par l'analyse dont cette définition doit être le résultat, nous tomberions dans l'inconvénient qu'il faut éviter avec tant de soin dans l'instruction, nous présenterions des définitions toutes faites, dont les élémens n'ont été ni trouvés, ni même cherchés par la raison.

Pour éviter des tâtonnemens et des longueurs dans cette leçon pratique, pour laquelle nous n'avons qu'un très-court intervalle, j'en avais préparé moi-même la marche analytique, et je l'avais donnée à mon élève pour exercer ceux auxquels je voulais qu'il la donnât devant vous; mais cette marche ne lui a pas paru assez analytique, et il l'a refaite tout seul, par l'habitude qu'il a contractée, en instruisant ses camarades, et en leur communiquant ce que je lui montre, de leur faire faire les pas les plus petits possibles; il va faire cette leçon devant vous, et vous exposer par quels procédés on arrive à ces résultats-ci :

Idéer c'est *v*oir intérieurement un objet; *idée* est l'*image* de cet objet dans l'esprit.

Voilà, citoyens, que sans en avoir eu l'intention, nous nous trouvons jettés dans toutes les profondeurs de la science de l'entendement humain; la question que me fit un de vous sur les idées abstraites nous y a amenés. Voici, à-peu-près, le plan que nous suivrons dans nos leçons pour l'instruction des sourds-muets de naissance. C'est la marche de la nature.

Je vous ai dit, dans la dernière séance, que l'*idée* se trouvait dans toutes les opérations de l'entendement humain; que même chacune de ses opérations était l'idée, diversement modifiée : vous comprenez par-là combien il est important d'appuyer beaucoup sur la connaissance de ce premier degré, pour parcourir ensuite avec sûreté tous les autres. Une fois que nous aurons parfaitement compris ce que c'est que l'IDÉE; le mot *pensée*, le mot *méditation*, le mot *réflexion*, le mot *comparaison*, le mot *jugement*, le mot *raisonnement*, le mot *entendement humain*, seront aussi parfaitement connus qu'il est possible.

Au reste, je n'espère pas que cette séance nous suffise pour aller jusques-là, nous serons même trop heureux si nous pouvons arriver jusqu'au mot *idéer*; mais aussi, si nous sommes assez heureux pour parvenir à la connaissance de ce mot-là, nous aurons appris à réduire en pratique la théorie de l'enseignement; car vous verrez comment l'élève, devenu maître, laissé à lui-même, sait, par des interrogations successives et bien amenées les unes par les autres, parvenir à des résultats certains, sans qu'on lui en suggère aucun. Voilà le premier pas et le premier degré d'utilité de cette leçon. Le second degré sera de nous donner d'avance de quoi marcher en sûreté dans l'analyse de toutes les opérations de l'entendement humain.

Mon élève va donner cette première leçon, qui doit faire arriver le moins avancé à ce résultat, *qu'est ce qu'*IDÉER ?

Voici la première question faite à l'élève : *Vois-tu*

aussi quelques sourds-muets ; je n'ai vu aucun de ses élèves, et je n'ai pu juger par moi-même de leurs progrès : mais ceux qui les ont vus, m'ont attesté que celui-ci était beaucoup au-dessus.

Un autre citoyen a essayé de même de faire parler des sourd-muets : un de ses élèves, qu'on m'avait confié à Bordeaux, après avoir passé deux ans chez lui, n'était parvenu qu'à dire : *Bonjour ; comment vous portez-vous ?* encore le disait-il très-mal.

Barthe. Je desirerais savoir si votre élève n'entend pas par la bouche. Il y a des anatomistes qui ont découvert une communication, depuis la bouche jusqu'au tympan de l'oreille, par un conduit, qu'on appelle *Trompe d'Eustache* ; on a observé que des personnes qui n'entendent pas par les oreilles, entendent par la bouche. Je voudrais vous demander si vous vous êtes assuré que l'élève qui vient de parler n'entend pas par la bouche.

SICARD : Il n'y a rien de si réel que cette communication de l'organe vocal avec l'organe aural ; mais je peux assurer que ce n'est pas par ce moyen que cet élève a appris à parler. Son père, qui lui en a donné les premières leçons, m'a communiqué par écrit tout ce qu'il a fait pour cela : je vous ferai part de sa lettre, à la prochaine séance ; vous verrez qu'il n'a pas essayé d'être entendu par son fils, par le moyen qu'indique le citoyen ; vous verrez que les résultats qu'il a obtenus doivent faire disparaître tout les doutes ; il a pris pour point de départ, les premières articulations de l'enfance, telles que *papa* et *maman*. . . . .

Un élève. Jusqu'ici j'avais considéré un muet comme ne parlant pas ; mais à présent je ne sais plus quelle idée m'en faire.

SICARD. Le citoyen me demande à présent quelle idée nous devons nous faire d'un sourd-muet ?

« Mais un muet est celui qui ne sait pas se servir » de l'organe vocal pour peindre par des articulations » les objets dont il veut s'entretenir. »

Un élève. Je vous demanderai pourquoi Massieu qui est plus intelligent que les autres, ne parle pas ; cela ferait croire que celui auquel vous avez appris à parler, n'est pas tellement si muet qu'il ne puisse parler.

SICARD. Prenez garde, citoyen, que je n'ai point dit qu'un muet ne PEUT pas parler, mais ne SAIT pas parler. Il est possible que MASSIEU apprît à parler, si j'avais le tems de le lui apprendre ; mais cela exige un si long, un si pénible travail, et les muets en font si peu de cas, et s'en servent si rarement, que j'ai cru qu'il valait mieux perfectionner leur intelligence par le moyen des signes méthodiques, que l'organe de la voix, par un exercice dont les succès sont pour eux si bornés.

Laperruque. Est-il nécessaire que votre élève ait de l'écriture sous les yeux, pour parler ?

SICARD. Quand il a sous les yeux de l'écriture, ou qu'on lui parle par signes, il parle avec un peu plus de facilité.

Un élève. Je voudrais vous citer une observation ; il y a un sourd-muet qui est présentement commis au département de l'Indre ; ce sourd-muet de nais-

sance est tellement muet, qu'il n'a pu prononcer encore un seul mot. Il serait possible que cette désorganisation-là, dans l'organe de la voix, existât à tel point dans plusieurs de vos élèves, qu'il fût absolument impossible de les faire parler.

SICARD. J'ai essayé sur beaucoup de mes élèves; j'en ai trouvé fort peu, presque point, dont l'organe de la voix se trouvât tellement vicié, qu'ils ne pussent apprendre à parler: et quelque jour je rendrai publics les moyens qu'on pourrait employer, et que le succès a couronnés.

Un élève. Vous avez dit que le sourd-muet était celui qui ne pouvait exprimer ses besoins par l'organe de le parole, cependant le vôtre peut les exprimer.

SICARD. Oui, citoyen, le muet est celui qui ne SAIT pas exprimer ses idées par l'orgâne de la voix; mais c'est le muet à qui on n'a pu apprendre le mécanisme de la parole. Ainsi, cette proposition est vraie en général, et les exceptions heureuses qu'elle admet n'en doivent pas, je crois, faire changer les termes. Je dois faire observer que le sourd-muet qui parle, ne s'entend point du tout; il est semblable à celui qui jouerait d'un instrument, les oreilles bouchées. Nous allons reprendre nos questions et nos réponses. Voici ce qu'a écrit l'élève.

D. Tu vois mon portrait, tu le regardes. Vois-tu moi?

R. Oui, je vois toi.

D. Touches-tu moi?

R. Non, je ne touche pas toi.

D. Vois tu mon corps ?

R. Oui, je le vois.

D. Touches tu mon corps ?

R. Non, je ne touche pas ton corps.

D. Quel corps de moi vois-tu ?

R. Je vois le corps de toi, vivant, non ; long, oui ; large, oui ; profond, non ; respirant, non, peint, oui.

D. Avec quoi est peint le corps de moi ?

R. Le corps de toi est peint avec couleurs.

D. Sur quoi est peint le corps de toi ?

R. Le corps de toi est peint sur toile,

PHYSIQUE.

HAUY, *Professeur.*

Nous avons vu dans la dernière séance combien la découverte de la pression que l'air exerce sur la surface des autres corps, avait contribué à perfectionner la théoroie de ce fluide. Il nous reste à faire connaître une application de cette découverte, qui a doublé les avantages du baromètre.

L'expérience de Toricelli avait donné cet instrument à la physique, pour les observations journalières relatives à l'état de l'air. L'expérience de Pascal fit naître l'idée de le substituer, dans certaines circonstances, aux moyens géométriques, pour la mesure des hauteurs.

La méthode la plus simple d'appliquer le baromètre à cet usage, est fondée sur une observation qui ne peut être regardée que comme un premier apperçu. Elle consiste à supposer qu'en général une ligne de diminution dans la colonne de mercure, répond à une différence de douze toises et demi en hauteur verticale. Ce résultat, traduit dans le langage des nouvelles mesures, donne 108 décimètres d'élévation pour chaque millimètre dont le mercure s'abaisse. L'emploi de ce moyen doit être limité à des hauteurs peu considérables, comme celles qui n'excédent pas mille ou douze cents toises au-dessus du niveau de la mer.

La loi suivant laquelle décroissent les densités de l'air, a fourni une autre méthode qui approche beaucoup plus de la précision, et qui s'étend à toutes les hauteurs auxquelles nous pouvons parvenir. En partant du principe donné par l'observation, que l'air se comprime en raison des poids dont il est chargé, on prouve que quand les hauteurs sont en progression arithmétique, les densités correspondantes sont en progression géométrique ; et il est visible que ces densités à leur tour sont en rapport avec les abaissemens du mercure dans le tube du baromètre.

D'après cela, on a exprimé les hauteurs verticales relatives à différentes stations, par les logarithmes des nombres de lignes qui mesurent les longueurs correspondantes de la colonne de mercure, en donnant à ces logarithmes un multiplicateur constant qui fût propre à les ramener aux valeurs qu'ils doivent indiquer dans la circonstance présente, et qui dépend

du

du rapport entre la densité de l'air et celle du mercure.

Voici la règle qui résulte de la formule à laquelle conduit le calcul.

Observez le baromètre en bas et en haut du lieu proposé. Cherchez la différence entre les logarithmes des nombres de lignes qui mesurent les deux hauteurs du baromètre, en prenant ces logarithmes avec sept décimales, puis multipliez cette différence par dix mille. Le résulsat donnera le nombre de toises égal à la hauteur proposée.

Ce résultat est susceptible de plusieurs corrections dont deux sur-tout ont fixé l'attention des physiciens. L'inégalité de la température à différentes hauteurs tend à faire varier d'une part la densité de l'air, et de l'autre la hauteur du baromètre. La première de ces variations altère le rapport des densités donné par la seule différence des pressions.

Deluc qui s'est beaucoup occupé des moyens d'évaluer l'influence de ces variations, pour en tenir compte dans le résultat, a conclu d'un grand nombre d'observations, que la température moyenne entre toutes celles qui faisaient varier le densité de l'air, était de 16 degrés $\frac{3}{4}$ de Réaumur. En conséquence, il cherche d'abord la différence entre chacune des deux températures observées en bas et en haut du lieu proposé, et la température moyenne dont il s'agit, en donnant à cette différence le signe positif ou négatif, suivant que la température dont elle résulte est au dessus ou au-dessous de 16 d. $\frac{3}{4}$. Il prend ensuite la moitié de la somme des deux différences, qu'il divise par 215 qui est le rapport dans lequel

l'air se dilate pour un degré ; il multiplie par la fraction qui en résulte, le nombre de toises donné par la formule, et il ajoute le produit à ce même nombre, ou il l'en retranche, suivant que la fraction avait le signe positif ou le signe négatif.

Le même physicien indique aussi un moyen de corriger l'effet de la variation de température, par rapport au baromètre. Mais, sans être obligé de supposer avec lui un thermomètre particulier, relatif à cette correction, on peut, pour plus de simplicité, partir de l'observation qui lui a servi de règle, et d'où il résulte que par une augmentation de chaleur capable de faire monter le thermomètre depuis le point de la glace jusqu'à l'eau bouillante, le baromètre monte de 6 lignes. Cette quantité divisée par 80, donne $0,^{l}075$, pour l'élévation de la colonne de mercure qui répond à chaque degré du thermomètre.

D'après cela, on cherchera la différence entre les deux températures observées en bas et en haut du lieu proposé ; puis, ayant multiplié par 0,075 le nombre de degrés donnés par cette différence ; on ajoutera le produit à la hauteur du baromètre, prise à l'endroit de la plus basse température, et l'on sera ainsi censé avoir opéré par une température constante, égale à la plus élevée de celles qui auront été observées.

Pour citer un exemple, supposons que l'on ait observé en bas le baromètre à 28 pouces 4 lignes, et en haut à 18 pouces 10 lignes. Supposons de plus que, dans la première station, le thermomètre fût à 15^{d}. au-dessus de zéro, et dans la seconde à

19d. La différence entre ces deux températures étant de 4d., on ajoutera 4 fois 0l.,075 ou 0l.,3 aux 28 pouces 4l. qui donnent la hauteur du baromètre à l'endroit où il faisait le moins chaud. Ainsi les deux hauteurs du baromètre, réduites en lignes seront 340l.,3 et 226l., dont les logarithmes, pris avec 7 décimales, sont 25318619 et 23541084. La différence est 01777535, qui, étant multipliée par dix mille, donne 1777t.,535.

Maintenant, la somme des différences entre les deux températures observées et la température moyenne de 16d.,75, est 2d.,25 — 1d.,75 ou 0d.,50, dont la moitié est 0d.,25. Ainsi, en multipliant par $\frac{0,25}{215}$ le nombre de toises déjà trouvé, on aura 20t.669, laquelle quantité ajoutée au même nombre, donne, toute correction faite, 1798t.,204.

Au reste, le moyen que nous venons d'exposer, ne peut jamais suppléer entièrement aux mesures géométriques. Mais il y a une multitude de circonstances, où l'avantage qu'il a d'être commode et expéditif, se concilie avec celui d'une précision suffisante pour l'objet qu'on se propose. Il peut être utile au géomètre lui-même, pour un nivellement préliminaire, et il sert bien l'activité et les projets du naturaliste qui aime à mesurer les montagnes, comme il les observe, c'est-à-dire, en voyageur.

On a imaginé une manière assez ingénieuse de se passer du baromètre dans ces sortes d'opérations, en représentant les indications de cet instrument par celles du thermomètre, combinées avec une expérience

S 2

très-facile à faire. Nous avons dit que l'ébullition d'un liquide avait lieu par un moindre degré de chaleur, à mesure qu'en s'élevant à différentes hauteurs, on diminuait la longueur de la colonne d'air qui pressait sur la surface du liquide. Il en résulte qu'il y a pour chaque pression d'un nombre donné de pouces de mercure, ou ce qui revient au même, pour chaque hauteur verticale, une température particulière qui détermine le fluide à entrer en ébullition. Or, la table construite par le citoyen Bétancourt, pour avoir les forces expansives du gaz aqueux à différentes températures, et dont nous avons parlé à l'occasion des machines à vapeur, donne ces mêmes forces expansives exprimées par les hauteurs de la colonne de mercure, auxquelles la vapeur fait équilibre par chaque degré de température. D'après cela, tout l'appareil se réduit au thermomètre et à une petite bouilloire que l'on échaufferait au moyen d'une lampe à alcohol. A l'instant de l'ébullition, on observerait le thermomètre, et le degré de température cherché sur la table ferait connaître la hauteur du baromètre, relativement à la même position. Cet appareil très-économique serait en même tems d'un transport beaucoup plus facile et plus sûr que le baromètre.

Mais nous pensons que la métho de, fondée sur son usage, est moins exacte que celle qui consiste à employer le baromètre lui-même. Celle-ci est simple, directe, et susceptible par sa nature, d'une assez grande précision, quand l'instrument est fait avec soin, et manié par un observateur exercé. L'autre méthode, au contraire, prend un détour et est compliquée de

deux espèces d'observations, l'une pour avoir la vraie température du lieu où l'on est, l'autre pour avoir celle qui répond à l'instant de l'ébullition, et qui peut laisser de l'incertitude. Au reste, on s'est proposé de vérifier cette dernière par l'expérience, dans les voyages que les inspecteurs, ingénieurs et élèves des mines de la république font actuellement pour remplir leur mission.

Nous avons maintenant à considérer les effets que produit sur l'air l'action du calorique, soit pour le dilater, soit pour augmenter son ressort.

A l'égard de l'accroissement de volume, on avait pour but d'observer jusqu'à quel point il aurait lieu, en faisant varier la température d'un nombre déterminé de degrés, et en maintenant l'air toujours soumis à la même pression. On a choisi le degré de la glace fondante, et celui de l'eau bouillante, pour limites de la température, et la pression moyenne de l'atmosphère, pour celle qui devait agir uniformément sur l'air. Mais la grande diversité qui se trouve entre les résultats donnés par les différens physiciens qui se sont occupés de ces expériences, en prouvant combien elles sont délicates, nous paraît en exiger de nouvelles, qui soient propres à réunir toutes les opinions. Si l'on s'en tient en attendant à un résultat de Deluc, que nous avons déjà cité, on aura $\frac{}{211}$, pour la quantité dont le volume de l'air augmente d'un degré à l'autre, par la pression moyenne de l'atmosphère, depuis à-peu-près le terme de la congélation, jusqu'à 20 ou 25 degrés au-dessus.

Au reste, en comparant les différens résultats, on

voit que l'augmentation totale de volume, depuis zéro jusqu'à 80 degrés, qui est d'un tiers selon quelques-uns, ne surpasse guères une demie, dans le cas où elle a été le plus loin. Mais nous ne nous étonnerons pas, avec Muschenbrock, de la voir si petite en comparaison de celle de l'eau qui entre en ébullition. Ce liquide passe ici à l'état élastique, qui n'a lieu que par un progrès subit et rapide dans la dilatation. L'air, au contraire, est déjà fort au-dessus du degré où commence l'élasticité. Sa dilatation, par une nouvelle quantité de calorique, n'est qu'une des nuances de son état actuel.

Cette même dilatation prise en général, nous conduit à plusieurs considérations intéressantes. Telle est celle des effets produits par la chaleur sur l'air des appartemens à cheminée. Les molécules de cet air, répandues autour du brâsier, diminuant de pesanteur spécifique, par la raréfaction, une partie s'élève dans le tuyau de la cheminée, et l'autre va gagner le haut de l'appartement. En même-tems un nouvel air arrive par le bas pour remplacer l'air ascendant; et il s'établit ainsi une espèce de circulation, d'où résultent deux courans contraires : l'un supérieur qui s'éloigne de la cheminée; l'autre inférieur qui se porte vers elle. Les vîtesses de ces deux courans diminuent de part et d'autre, à mesure que les couches se rapprochent d'une certaine hauteur moyenne, où l'air est stationnaire. On peut observer les effets de ce double courant en ouvrant la porte de l'appartement, et en plaçant tour-à tour la flamme d'une bougie, vers le bas et vers le haut de l'ouverture. On verra la flamme s'incliner

d'abord en-dedans, puis en-dehors ; et à une certaine hauteur intermédiaire, elle restera immobile.

La succession perpétuelle de ces deux airs, tant que l'action de la chaleur est entretenue, a fourni une explication plausible d'une espèce de vent alisé qui souffle dans la zône torride, et qui est connue sous le nom de vent d'est. Quelques auteurs avaient cru en trouver la cause dans l'attraction que le soleil et la lune exercent sur l'atmosphère. Mais il est prouvé que cette attraction ne peut produire dans l'air que des oscillations extrêmement petites, analogues à celles du flux et reflux, et non pas un mouvement sensible et uniforme dans sa direction.

L'opinion la plus générale est que le vent d'est provient de la dilatation de l'air raréfié par l'action du soleil ; et parmi les diverses manières dont on a imaginé que cette action s'exerçait, nous nous bornerons à exposer celle qui paraît la plus simple et la plus naturelle.

Le soleil, que nous supposons dans le plan de l'équateur, échauffe et raréfie très-sensiblement la partie de l'atmosphère qu'il domine. Cet air raréfié s'élève au-dessus du niveau ; et d'après la tendance qu'ont tous les fluides à reprendre leur niveau, il se répand sur les colonnes situées vers les pôles, tandis qu'un air frais, parti de ces mêmes colonnes, afflue en-dessous vers l'équateur, pour remplir l'espèce de vide produit par la dilatation. Il se formera donc, dans chaque hémisphère boréal ou austral, deux courans ; l'un supérieur qui va de l'équateur vers le pôle, l'autre inférieur qui vient du pôle à l'équateur. Ces courans parti-

cipent au mouvement de rotation des différens parallèles par lesquels ils passent, ensorte que leur vîtesse dans le sens de cette rotation, varie sans cesse.

Maintenant si nous considérons une molécule prise dans le courant inférieur, dont la direction tend vers l'équateur, il sera aisé de concevoir que cette molécule arrive à chacun des parallèles, situés sur son trajet, avec une vîtesse angulaire, moindre que celle du point correspondant pris à la surface de la terre. Les objets terrestres qui se présentent au passage du courant inférieur, doivent donc le frapper avec l'excès de leur vîtesse; il en sera de même d'un spectateur qui, se croyant immobile, et rapportant l'excès de sa propre vîtesse en sens opposé au courant qu'il rencontre, recevra l'impression d'un vent qui lui paraîtra venir de l'est, puisque le mouvement de rotation est dirigé de l'ouest vers l'est.

Ce sera le contraire, par rapport au courant supérieur, qui va vers le pôle. Chacune de ses molécules ayant plus de vîtesse que celle du point de la terre, au-dessus duquel elle arrive, dévancera ce même point en allant vers l'ouest, et il doit résulter de cet excès de vîtesse un vent d'ouest réel, au lieu que le vent inférieur est une simple apparence, mais qui produit une illusion complète.

La chaleur qui augmente le volume de l'air, lorsqu'il a la faculté de s'étendre, ajoute à sa force de ressort, lorsque son volume reste fixe, c'est-à-dire, qu'alors il exerce un plus grand effort contre l'obstacle qui le captive. Nous avons sur cet objet plusieurs résultats intéressans, obtenus par Amontons, l'un des savans

qui ait le mieux connu l'art de mettre la nature en action par l'expérience, et de la faire parler en même tems aux yeux et à l'esprit.

Ce physicien célèbre, ayant cherché à mesurer l'augmentation de ressort que l'air éprouvait entre certaines limites de chaleur, a trouvé, que depuis la température modérée qui règne pendant le printems ou l'automne, jusqu'au degré de l'eau bouillante, le ressort de l'air, tendu d'abord par la pression moyenne de l'atmosphère, augmentait d'environ un tiers; en sorte que la force nécessaire pour contenir l'air dans le même espace, sans accroissement sensible de volume, devait être équivalente au poids de 28 pouces de mercure, plus 9 pouces ½, ou de 37 pouces ½, lorsque l'air avait pris la chaleur de l'eau bouillante.

Quelle que fût la masse d'air employée, pourvu qu'on la chargeât du même poids, l'augmentation de ressort avait toujours lieu dans le même rapport; d'où résulte ce principe, que si des masses d'air inégales sont chargées de poids égaux, leur force de ressort s'accroîtra également par des degrés égaux de chaleur.

L'expérience faisait voir encore que si des masses d'air égales étaient chargées de poids inégaux, leur force de ressort s'accroissait proportionnellement à ces mêmes poids, par une même augmentation de chaleur. Ainsi une masse d'air, qui étant d'abord chargée d'une pression de trente pouces, avait acquis un surcroît de force de ressort égal à dix pouces, dans le passage d'une température modérée à celle de l'eau bouillante, en acquerrait un égal à vingt pouces, lorsque la pression primitive était de 60 pouces.

Amontons, en appliquant la théorie à ces principes, avait apperçu le lien qui les unissait, soit entr'eux, soit avec les résultats de Mariotte, que nous avons exposé la dernière fois, sur le rapport entre les degrés de contraction de l'air et les poids dont il est chargé.

Car lorsque, dans les expériences de Mariotte, des masses d'air inégales, que l'on supposait toujours avoir été prises dans le même état de densité, supportaient des poids égaux; elles se contractaient proportionnellement aux volumes qu'elles avaient d'abord; d'où il suit, qu'après la contraction, elles conservaient la même densité; en sorte que si le volume de l'une d'elles était primitivement de quatre pouces cubes, et qu'il se trouvât réduit à trois pouces celle dont le volume répondait d'abord à huit pouces cubes, n'en occupait plus que six. Or, lorsqu'on appliquait à ces mesures, également serrées, un même degré de chaleur, le feu n'agissait pas plus pour écarter les molécules de l'une que celle de l'autre, et ainsi l'augmentation de la force de ressort qui dépendait de cet écartement devait être la même.

D'une autre part, des masses d'air égales, chargées de poids inégaux, se contractaient dans le rapport de ces poids, et lorsqu'on leur appliquait un même degré de chaleur, plus il y avait de particules d'air ramassées dans un même espace, et plus l'effort de la chaleur pour les écarter était considérable; et ainsi l'augmentation de la force de ressort devait suivre le rapport des condensations, c'est-à-dire, qu'elle était proportionnelle aux forces comprimantes.

Si l'on considère qu'Amontons écrivait en 1702, à l'époque d'une physique qui a vieilli de bien des manières, on conviendra qu'il y avait beaucoup de finesse d'esprit dans ses vues, qu'on croirait nées parmi celles qui ont la fraîcheur des derniers tems.

Nous ne devons pas omettre que c'était encore Amontons qui le premier avait observé ce phénomène remarquable que présente l'eau parvenue une fois à l'ébullition, en cessant de s'échauffer, quelque long-tems qu'on la laisse sur le feu, et quelle que soit l'activité de ce feu.

Amontons conçut l'idée d'appliquer ces différentes découvertes à la construction d'un thermomètre comparable, au moyen duquel on pût transmettre, disait-il, à la postérité, les observations que l'on aurait faites sur la température des différens climats; au lieu que jusqu'alors les divers instrumens de ce genre n'avaient aucune relation entr'eux, et n'offraient que des indications locales et isolées. L'exposé que nous allons faire du procédé d'Amontons servira à donner une idée de celui qu'il avait employé pour déterminer l'augmentation de ressort que l'air acquerrait par l'action de la chaleur.

Il se servait d'un tube dont la partie intérieure, qui était recourbée, se terminait par une boule. La branche ouverte avait environ quarante-sept pouces de hauteur. Il choisissait, pour construire son thermomètre, la température modérée dont nous avons parlé, c'est-à-dire, celle du printems ou de l'automne. Par un procédé ingénieux, qui consistait à souder avec

du mastic, au haut de la branche ouverte un second tube pareillement recourbé, et qui avait un renflement près de l'endroit de sa jonction avec l'autre tube, il parvenait à introduire dans celui-ci environ vingt-huit pouces de mercure, et en même-tems à condenser l'air renfermé dans la boule, de manière que le niveau fût situé vers la naissance de cette même boule. On enlevait alors le tube qui avait servi à introduire le mercure, et il ne restait plus qu'à appliquer le premier sur une planche divisée en pouces et en lignes, à partir du niveau.

On avait eu soin de donner à la boule un diamètre incomparablement plus grand que celui du tube ; et ainsi lorsque l'air, renfermé dans cette boule, venait à s'échauffer, par la température de l'atmosphère, il s'étendait, à la vérité, dans la branche la plus courte, et forçait une partie du mercure qu'elle renfermait à passer dans la branche la plus longue. Mais la quantité de la dilatation pouvant être négligée, à cause de la grande capacité de la boule, le volume de l'air n'était pas censé avoir diminué ; en sorte que l'augmentation de ressort, qui était mesurée par l'allongement de la colonne de mercure, était sensiblement proportionnelle à l'accroissement de la force de ressort.

L'air intérieur avait donc à supporter, au moment de la construction, une pression d'environ cinquante-six pouces, savoir la pression de l'atmosphère, et celle des vingt-huit pouces de mercure introduits dans le tube. Le même air, en passant à la chaleur de l'eau bouillante, aurait été capable de soutenir une pression d'environ soixante et quatorze pouces, c'est-à-dire,

d'un tiers plus forte que celle de cinquante-six pouces. C'était là le terme fixe auquel se rapportait la construction de l'instrument, de manière que la hauteur de la colonne faisait connaître que la température correspondante approchait plus ou moins de celle de l'eau bouillante.

Quoique la quantité d'air renfermée dans la boule fût indifférente, cependant il convenait, pour rendre les différens thermomètres plus comparables, de prendre des boules dont le diamètre fût toujours dans le même rapport avec celui du tube, ce qui ajoutait à la difficulté de la construction. D'ailleurs la température moyenne d'où l'on partait, n'offrait pas un terme assez fixe. Il fallait de plus, en consultant l'instrument, avoir égard à la hauteur du baromètre, pour faire la correction qu'exigeait la variation de cette colonne au-dessus ou au-dessous de vingt-huit pouces. Enfin ce thermomètre devenait embarassant par la grandeur de ses dimensions. Mais c'était le premier dont l'exécution eût été dirigée vers la véritable perfection de cet instrument, et il renfermait un terme fixe de chaleur auquel les physiciens sont revenus, malgré Réaumur qui lui avait donné l'exclusion.

Nous voici arrivés à celui de tous les phénomènes de l'air, dans la connaissance duquel la marche de la physique ait été la plus tardive. On sait que l'eau, exposée à découvert dans un vase, diminue peu-à-peu de volume, et que ses molécules, à mesure qu'elles abandonnent la masse, s'élèvent dans l'atmosphère. Cet effet est connu sous le nom d'*évaporation*. Mais par quel mécanisme la nature le produit-elle? Ici les

physiciens se partageaient entre différentes opinions, qui tendaient toutes à donner au feu la principale influence dans le phénomène, soit parce que l'on confondait l'évaporation avec la vaporisation, soit parce qu'on avait d'ailleurs observé qu'il s'évaporait une plus grande quantité d'eau, lorsque l'air était plus échauffé.

Les uns pensaient que les molécules de l'eau extrêmement divisées par le feu, et acquérant une augmentation considérable de surface, eu égard à leur volume, donnaient prise à l'air pour s'emparer d'elles, en les heurtant et en les enveloppant dans les contours des petites lames spirales dont il était composé. Selon d'autres, le feu, en dilatant les molécules de l'eau, les rendait spécifiquement plus légères que l'air; ensorte que leur ascension dans ce fluide n'était qu'un phénomène ordinaire d'hydrostatique.

Au milieu de ce conflit d'opinions auxquelles nous pourrions encore ajouter d'autres aussi peu fondées, le vrai mot avait échappé à Muschenbrock. « L'air et l'eau, dit ce célèbre physicien, s'attirent réciproquement, et sont dissous l'un par l'autre. Aussi-tôt que les parcelles de l'eau commencent à se séparer, elles sont attirées par l'air, dans lequel elles se dispersent, comme il arrive dans toutes les dissolutions, où il y a de même mélange et dispersion de parties ». Mais Muschenbrock se contente d'indiquer cette cause, et lui fait le tort de lui en associer plusieurs autres.

Il était réservé à Leroi, de Montpellier, de présenter cette cause dans toute sa généralité, d'en rendre l'existence palpable, de la suivre dans ses différentes

modifications, et de montrer ainsi, sous un nouveau jour, la simplicité du tableau de la nature, en faisant rentrer un de ses phénomènes, les plus étendus, sous la puissance universelle de l'attraction.

Toute la doctrine de ce physicien se réduit au principe suivant. L'air dissout l'eau, de la même manière et avec les mêmes circonstances que l'eau dissout les sels; ensorte que comme l'eau en s'échauffant devient capable de dissoudre une nouvelle quantité de sel, et abandonne, en se refroidissant, une partie de celui qu'elle avait dissous; ainsi à proportion que l'air s'échauffe ou se refroidit, son point de saturation monte ou s'abaisse à l'égard de l'eau.

Les expériences qui ont offert à l'auteur la preuve de ce principe, sont de celles qui se répètent spontanément tous les jours. Elles avaient été vues mille fois; mais personne ne les avait encore regardées.

L'auteur exposa sur sa fenêtre une bouteille de verre blanc exactement bouchée, par une température de vingt degrés au-dessus de zéro de Réaumur. Quelque tems après, le thermomètre étant descendu pendant la nuit à quinze degrés, il s'apperçut qu'une partie de l'eau contenue dans l'air dont la bouteille était remplie, s'était déposée en forme de goutelettes, sur ses parois supérieures qui, étant les plus exposées, avaient dû se refroidir les premières. Cette espèce de rosée devint beaucoup plus abondante, lorsque le thermomètre fut descendu à six degrés. L'air en se réchauffant pendant le jour, dissolvait ensuite l'eau qui s'était précipitée pendant la nuit. Cet air représentait tout le reste de l'atmosphère; le vase, soumis

à l'expérience, ne faisait que montrer aux yeux ce qui se passait ailleurs d'une manière insensible. Cette expérience, variée de plusieurs manières, avec toutes les attentions convenables pour la rendre décisive, a donné constamment des résultats analogues.

Leroi a cherché ensuite le moyen de déterminer le degré de saturation de l'air relatif à un état donné de l'atmosphère. Pour y parvenir, il versait dans un grand gobelet de crystal bien sec par dehors, de l'eau assez froide pour occasionner sur les parois extérieures, refroidies par le voisinage de cette eau, un précipité de celle qui était en dissolution dans l'air environnant; à mesure que la température de l'eau s'élevait d'un demi degré, il versait cette eau dans un nouveau vase, et observait le terme où le précipité s'arrêtait. Ce terme indiquait le degré de saturation de l'air. L'auteur a reconnu, à l'aide de cette expérience, que la direction et la force du vent faisaient varier très-sensiblement le degré de saturation, qu'il était plus bas par le vent de nord que par celui de nord-ouest, et que dans l'un et l'autre cas, la force du vent contribuait encore à l'abaisser.

Souvent, après que l'expérience a prononcé sur la cause d'un phénomène, diverses circonstances dont on n'avait point été d'abord assez frappé, prennent tout-à-coup l'empreinte de cette cause, et tout ce que l'on observe semble la nommer. Ainsi lorsque dans un jour où l'atmosphère est chargée d'humidité, par un ciel que nous appelons pur et serein, on se représente deux substances aussi différentes en densité que l'air et l'eau, tellement unies, que leur combinaison conserve

une

une parfaite transparence, on reconnaît un des caractères les plus marqués d'une véritable dissolution, et une image de l'eau qui reste combinée avec une certaine quantité de sel sans rien perdre de sa limpidité.

Nous pouvons concevoir maintenant la différence qui existe entre l'évaporation et la vaporisation. La première est l'effet de la force attractive que l'eau exerce sur l'air; la chaleur n'intervient que secondairement pour augmenter cette attraction. L'autre est produite par la force répulsive mutuelle des molécules de l'eau convertie en fluide élastique : la chaleur en est l'agent principal et immédiat; et l'air, loin de la seconder, lui oppose un obstacle, non-seulement par la pression, mais encore parce qu'en prolongeant l'évaporation, il occasionne un refroidissement qui est contraire à la vaporisation.

Nous citerons, à ce sujet, une expérience curieuse, qui a été faite dans des fours où l'on entretenait une température beaucoup au-dessus de quatre-vingts degrés, et où l'on avait placé différens vases remplis d'eau. L'évaporation était si abondante, à cause de la grande chaleur de l'air, que le refroidissement qu'elle produisait dans l'eau, maintenait ce liquide à une température au-dessous de quatre-vingts degrés, et l'empêchait de parvenir à l'ébullition.

L'évaporation est d'autant plus abondante, toutes choses égales d'ailleurs, que l'eau, en se présentant à l'air par une plus grande surface, multiplie davantage ses points de contact avec ce fluide. Muschenbrock a trouvé, il est vrai, qu'à surfaces égales, l'eau, renfermée dans un vase plus profond, s'évaporait plus

promptement que dans un vase plus court. Mais cette différence paraît provenir de ce que l'eau, qui est alors composée d'un plus grand nombre de couches, depuis le fond jusqu'à la surface, étant plus lente à suivre les variations de la température qui, en général, tend davantage à s'abaisser qu'à monter, cette eau perd moins promptement la chaleur qu'elle a une fois acquise, et qui est favorable à l'évaporation. Aussi la différence dont il s'agit n'est-elle sensible qu'en plein air; elle devient nulle, lorsqu'on fait l'expérience dans un appartement.

La glace est aussi susceptible d'évaporation, mais d'autant moins qu'elle est plus froide. Si Ganteron, de Montpellier a cru appercevoir le contraire, c'est probablement parce qu'il a fait ses expériences par un vent très-sec, qui augmentait plus la faculté dissolvante, en renouvellant les contacts, que le froid ne tendait à la diminuer. Cependant Muschenbrock et Wallerius ont observé que l'évaporation de l'eau augmentait pendant la congélation. Mais cet effet n'est qu'instantané; il provient de la chaleur qui se développe alors, et qui, en passant dans l'air environnant, élève sa température.

D'après le principe établi par les expériences de Leroi, plusieurs autres phénomènes, dont l'observation est familière, s'expliquent avec une extrême facilité. Ainsi dans les tems de gelée, où l'air du dehors est plus froid que celui des appartemens, la couche d'air intérieur en contact avec les vitres, en se refroidissant par la retraite du calorique, qui passe aisément à travers leur petite épaisseur, se dessaisit d'une partie de

l'eau qu'elle tenait en dissolution, d'où il il arrive que les vîtres se mouillent en dedans. C'est le contraire dans le tems de dégel, où la température extérieure est plus haute, ce qui fait dire que l'on a froid dans les appartemens; l'humidité alors paraît en dehors sur les vîtres. On conçoit aussi pourquoi l'haleine des animaux, plus chaude pendant l'hiver, que l'air où elle se répand, devient visible sous la forme d'une fumée produite par l'eau qu'elle abandonne en se refroidissant. Toute la nature est pleine de ces sortes de faits, dont il sera aisé, au premier coup-d'œil, de saisir l'analogie avec les précédens.

GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE.

MONGE, *Professeur.*

L'OBJET dont nous allons nous occuper, est de nature à être traité avec beaucoup plus de facilité par le secours de l'analyse, que par la simple contemplation des propriétés de l'étendue; mais les résultats auxquels il conduit, peuvent être utiles à des artistes que nous ne devons pas supposer familiarisés avec les opérations analytiques: nous allons donc essayer de les présenter en n'employant que des considérations géométriques; cette méthode introduira la clarté qui lui est particulière, mais aussi elle apportera de la lenteur dans la marche.

Les surfaces, par rapport à leurs courbures, peuvent être divisées en trois grandes classes. La première comprend celles qui dans tous leurs points n'ont aucune courbure ; les surfaces de ce genre se réduisent au plan, qui d'ailleurs peut être placé d'une manière quelconque dans l'espace. La seconde classe renferme toutes celles qui dans chacun de leurs points n'ont qu'une seule courbe; ce sont en général les surfaces développables, dont par-tout deux élémens consécutifs peuvent être regardés comme faisant partie d'une surface conique, même en regardant la grandeur de ces élémens comme indéfinie dans le sens de la génératrice de la surface conique. Enfin toutes les autres surfaces courbes composent la troisième classe; dans chacun de leurs points elles ont deux courbures distinctes et qui peuvent varier l'une indépendamment de l'autre. Commençons par considérer les surfaces courbes les plus simples, et d'abord les surfaces cylindriques.

Soit ABFE, (*fig.* 47) une surface cylindrique indéfinie à base quelconque, sur laquelle on considère un point L pris arbitrairement. Par ce point concevons la droite génératrice CLG, et une section JLK faite par un plan perpendiculaire à la génératrice ; cette section sera parallèle et semblable à la base de la surface. Enfin, par le point L concevons à la surface la normale LP; cette normale sera perpendiculaire à la génératrice CG, et par conséquent dans le plan de la section JLK, de plus elle sera perpendiculaire à la tangente de la section au point L; ou, ce qui comprend à-la-fois les deux conditions, elle sera per-

pendiculaire au plan tangent à la surface en L. Cela posé, si l'on prend sur la surface deux autres points infiniment voisins du point L, l'un M sur la génératrice CG, l'autre N sur la section perpendiculaire, et si par chacun de ces points on mène une nouvelle normale à la surface, ces deux normales MQ, NP, seront chacune dans un même plan avec la première normale LP; mais ces plans seront différens pour les deux dernières normales. En effet, le plan tangent à la surface en L étant aussi tangent en M, les deux droites LP et MQ sont perpendiculaires au même plan; elles sont donc parallèles entre elles et par conséquent dans un même plan. Ces droites parallèles peuvent être regardées comme concourant à l'infini. Quant aux normales LP, NP, elles sont évidemment comprises dans le plan de la section perpendiculaire; elles concourent donc en un certain point P de ce plan: ainsi les deux plans qui contiennent les trois normales deux à deux sont non-seulement différens, mais perpendiculaires à l'autre.

Actuellement, quelqu'autre point O que l'on prenne sur la surface, infiniment voisin du premier point L, si par ce point on conçoit à la surface une normale OQ; cette normale ne sera pas dans un même plan avec la première normale LP, et par conséquent ne pourra la rencontrer. Car si par le point O l'on conçoit une nouvelle section *i* O *k* perpendiculaire à la surface, et qui coupe quelque part en un point M la droite génératrice qui passe par le point L, la normale OQ sera dans le plan de cette section. Les deux normales LP, et OQ seront donc dans

deux plans parallèles, et ne pourront être elles-mêmes dans un même plan, à moins qu'elles ne soient parallèles entr'elles. Or elles ne sont point parallèles; en effet si l'on conçoit la normale au point M, nous avons vu que cette normale MQ sera parallèle à LP: mais elle ne sera pas parallèle à OQ; donc les normales LP et OQ ne sont point parallèles entr'elles; donc elles ne sont pas dans un même plan; donc elles ne peuvent jamais se rencontrer.

On voit donc que, si après avoir mené par un point quelconque d'une surface cylindrique, une normale à la surface, on veut passer à un point infiniment voisin pour lequel la nouvelle normale soit dans un même plan avec la précédente, et puisse la rencontrer même à l'infini, si cela est nécessaire, on ne peut le faire que dans deux sens différens; 1°. en suivant la direction de la droite génératrice de la surface, et alors la nouvelle normale rencontre la première à l'infini; 2°. en suivant la section perpendiculaire à la surface, et alors la nouvelle normale rencontre la première en un point, dont la distance dépend de la courbure de la base dans le point correspondant; enfin, que ces deux directions sont entr'elles à angles droits sur la surface.

Les deux points de rencontre des trois normales sont donc les seuls centres de courbure possibles de l'élément que l'on considère sur la surface; les deux plans différens qui passent par la première normale et par chacune des deux autres, indiquent le sens de chacune de ces courbures; les distances du point de la surface aux deux points de rencontre des nor-

males sur les rayons des deux courbures; et l'on voit que dans les surfaces cylindriques, un de ces rayons étant toujours infini, tandis que la grandeur de l'autre dépend de la nature de la base de la surface, pour chacun des points, il n'y a qu'une courbure finie; l'autre est toujours infiniment petite ou nulle.

Ce que nous venons de dire peut s'appliquer facilement à toutes les surfaces développables, dont deux élémens consécutifs même indéfinis dans le sens de la direction de la droite génératrice, peuvent toujours être considérés comme faisant partie d'une certaine surface cylindrique. Passons maintenant au cas général des surfaces courbes quelconques.

Soit ABCD, (*fig.* 48), une surface courbe quelconque, sur laquelle on considère un point L pris à volonté, et par ce point L soit conçue une droite F L *f* tangente à la surface; la position de cette droite ne sera pas déterminée, elle pourra être menée d'une manière quelconque dans le plan tangent à la surface au point L. Puis concevons que la droite F *f* se meuve de manière qu'elle soit toujours parallèle à elle même, et qu'elle soit toujours tangente à la surface courbe; elle engendrera par son mouvement une certaine surface cylindrique E *eg* G, dont la base dépendra de la forme de la surface courbe, et qui touchera cette surface courbe dans une courbe LCKAL, engendrée elle-même par le mouvement du point de contact de la droite génératrice avec la surface courbe. Cette courbe de contact LCKAL est en général à double courbure.

Dans le cas très-particulier de la surface courbe

du second degré, c'est-à-dire, de la surface, qui, étant coupée par un plan quelconque, produit toujours une section conique, la ligne de contact avec une surface cylindrique qui l'enveloppe, est toujours une courbe plane, quelle que soit d'ailleurs la direction de la génératrice de la surface cylindrique.

Dans le cas un peu plus général où la surface courbe est engendrée par le mouvement d'une ligne courbe plane, fixe dans son plan, mais mobile avec lui, lorsqu'il roule sur deux surfaces courbes données, pour chaque point de la surface, il existe une direction à donner à la droite génératrice, pour que la surface cylindrique engendrée par le mouvement de cette droite, touche la surface courbe dans une courbe plane ; et cette direction doit être telle que la droite soit toujours perpendiculaire au plan mobile, lorsqu'il passe par le point que l'on considère. Les surfaces de révolution en sont un cas particulier. En effet, si par un point quelconque d'une surface de révolution, on conçoit une droite tangente à la surface, et perpendiculaire au plan du méridien qui passe par ce point ; et si l'on suppose que cette droite se meuve de manière qu'elle soit toujours tangente à la surface, et perpendiculaire au plan du même méridien, le point de contact de la ligne avec la surface parcourra la circonférence du méridien, et la droite engendrera une surface cylindrique qui touchera la surface de révolution dans la circonférence même du méridien, et par conséquent dans une courbe plane.

Pour tout autre cas, une surface cylindrique circons-

crite à une surface quelconque, touche cette surface dans une courbe LCKAL qui est à double courbure.

La droite F L f ayant d'abord été menée d'une manière arbitraire dans le plan tangent à la surface au point L, si par le point L on conçoit la tangente L U à la courbe de contact LCKAL, cette tangente fera, avec la ligne droite génératrice FLf, un angle FLU qui dépendra et de la nature de la surface courbe, et de la direction arbitraire donnée à la droite FLf. Concevons, ce qui est toujours possible dans chaque cas particulier, que la direction de la droite FLf change, sans que cette droite cesse d'être tangente à la surface au point L, et que, d'après cette nouvelle direction, elle se meuve parallèlement à elle-même en touchant toujours la surface; elle engendrera par son mouvement une autre surface cylindrique circonscrite à la surface, qui la touchera dans une autre ligne de contact à double courbure: cette nouvelle courbe de contact passera encore par le point L, et sa tangente en ce point fera, avec la nouvelle direction de la droite génératrice, un angle différent du premier angle FLU. Concevons enfin qu'on ait ainsi fait varier la direction de la droite génératrice, jusqu'à ce que la surface cylindrique, engendrée par cette droite, touche la surface dans une courbe de contact, dont la tangente en L soit perpendiculaire à la droite génératrice.

Cela posé, soit ALMB (fig. 49), une portion de surface courbe quelconque, sur laquelle on considère d'abord un certain point L; soit FLJ la droite tangente à la surface en L, et dont la direction soit prise de

manière que, si on la fait mouvoir parallèlement à elle-même, et sans qu'elle cesse de toucher la surface, elle engendre une surface cylindrique EFGHJK, qui touche la surface en une courbe, dont la tangente en L soit perpendiculaire à FLJ. La ligne de contact de la surface cylindrique avec la surface proposée sera une courbe à double courbure; mais au point L son élément se confondra avec l'élément LN de la section CNLD faite dans la surface cylindrique par un plan perpendiculaire à la droite génératrice FLJ. Les deux extrêmités L, N de cet élément, se trouvant sur la ligne de contact, seront en même-tems sur les deux surfaces; et si par ces points L, N, on mène deux normales LP, NP à la surface cylindrique, elles seront aussi normales à la courbe. Or, ces deux normales sont dans le même plan perpendiculaire à la génératrice de la surface cylindrique, et doivent se rencontrer quelque part en un point P, qui est le centre de courbure de l'arc LN; donc si sur une surface courbe quelconque on prend deux points L, N, et qui soient placés sur la ligne de contact de cette surface avec la surface cylindrique, dont la droite génératrice soit perpendiculaire à cette ligne de contact, les normales à la surface courbe, menées par ces deux points, seront dans un même plan, et se rencontreront en un point qui sera le centre de la courbure de la surface dans le sens du plan qui contient les deux normales.

Si sur la droite FLJ on prend un point *m* infiniment proche du point L, et si par ce point *m* on conçoit une normale à la surface cylindrique, cette normale sera parallèle à LP, et ne sera pas normale à la surface

courbe. Mais si l'on conçoit que dans le plan déterminé par les droites FLJ et LP, la droite FLJ se meuve sans cesser de toucher la surface, et prenne la position infiniment voisine fi, de manière qu'elle touche la surface dans un point M, infiniment voisin du point L ; et si l'on suppose que cette droite fMi se meuve parallèlement à elle-même en touchant toujours la surface, elle engendrera une nouvelle surface cylindrique $efghik$, infiniment peu différente de la première, tant pour la forme que pour la position, et la ligne de contact de cette nouvelle surface cylindrique passera par le point M. La normale MQ à cette surface cylindrique au point M sera aussi normale à la surface courbe ; elle sera dans un même plan avec la première normale LP, puisqu'elles seront toutes deux dans le plan déterminé par les droites FLJ, fMi ; et ce plan sera perpendiculaire à celui qui passe par les normales LP, NP. Les deux normales LP et MQ se rencontreront donc en un certain point R ; qui sera le centre de courbure de l'arc LM, et parconséquent le centre de la courbure de la surface dans le sens du plan qui passe par les droites FLJ, fMi.

On voit donc que si considérant sur une surface courbe quelconque, un point quelconque L, on conçoit une normale à la surface en ce point ; on peut toujours passer suivant deux directions différentes à un autre point M ou N, pour lequel la nouvelle normale soit dans un même plan avec la première, et que ces deux directions étant dans des plans normaux rectangulaires entr'eux, elles sont elles-mêmes à angles droits sur la surface courbe.

Actuellement ces deux directions sont en général les seules pour lesquelles cet effet puisse avoir lieu; c'est à-dire, que si sur la surface courbe on passe dans toute autre direction à un point O, infiniment voisin du point L, et que si par ce point on mène à la surface la normale OQ, cette normale ne sera pas dans un même plan avec la normale LP, et ne pourra par conséquent la rencontrer.

En effet, concevons que la seconde surface cylindrique ait été inclinée de telle manière, que sa ligne de contact avec la surface passe par le point O, l'arc ON de cette ligne de contact se confondra avec l'arc de la section COMD perpendiculaire à la surface cylindrique; les deux normales en O et en M à la surface, seront aussi normales à la surface cylindrique, elles seront dans le plan de la section perpendiculaire; elles se concentreront quelque part en un point Q, mais la normale OQ ne rencontrera pas la normale LP. Car pour que ces deux normales se rencontrassent, il faudrait que le point Q de la normale coïncidât avec le point R, dans lequel cette normale rencontre LP; ce qui en général n'arrive pas, parce que cela suppose une égalité entre les courbures des deux arcs LM et LN; et ce qui ne peut avoir lieu que pour certains points de quelques surfaces courbes. Par exemple, la courbure de la surface de la sphère étant la même dans tous les sens, suivant quelque direction que l'on passe d'un de ses points à un autre infiniment proche, les normales menées par ces deux points sont toujours dans un même plan; et cette surface est la seule pour laquelle cette propriété convienne à tous les points. Dans les sur-

faces de révolution pour lesquelles la courbe génératrice coupe l'axe perpendiculairement, la courbure au sommet est encore la même dans tous les sens, et deux normales consécutives sont toujours dans un même plan ; mais cette propriété n'a lieu que pour le sommet. Enfin, il existe des surfaces courbes, dans lesquelles cette propriété a lieu pour une suite de points qui forment une certaine courbe sur la surface : mais cela n'arrive que pour les points de cette courbe ; et pour tous les autres points de la surface, la nouvelle normale ne peut rencontrer la première, à moins que le point de la surface par lequel elle passe, ne soit pris suivant l'une des deux directions que nous avons définies.

Il suit delà qu'en général une surface quelconque n'a, dans chacun de ses points, que deux courbures ; que chacune de ces courbures a son centre particulier, son rayon particulier, et que les deux arcs sur lesquels se prennent ces deux courbures sont à angles droits sur la surface. Les cas particuliers pour lesquels, comme dans la sphère, et dans les sommets de surfaces de révolution, deux normales consécutives quelconques se rencontrent, ne sont pas une exception à cette proposition. Il résulte seulement que pour ces cas les deux courbures sont égales entr'elles, et que les directions suivant lesquelles on doit les estimer sont indifférentes.

Quoique les deux courbures d'une surface courbe soient assujetties l'une à l'autre par la loi de la génération de la surface, elles éprouvent d'un point de la surface à l'autre des variations qui peuvent être dans le même sens ou dans des sens contraires. Nous ne pouvons

pas entrer, à cet égard, dans de très-grands détails, qui deviendraient beaucoup moins pénibles par le secours de l'analyse; nous nous contenterons d'observer que pour certaines surfaces, telles que les sphéroïdes, dans chaque point les deux courbures sont dans le même sens, c'est-à-dire, qu'elles tournent leurs convexités du même côté; que pour quelques autres surfaces, dans certains points, les deux courbures sont dans des sens opposés, c'est-à-dire, que l'une présente sa concavité, et l'autre sa convexité du même côté : la surface de la gorge d'une poulie est dans ce cas; que pour quelques autres surfaces dans tous les points, les deux courbures sont dans des sens opposés : la surface, engendrée par le mouvement d'une ligne droite, assujettie à couper toujours trois autres droites données arbitrairement dans l'espace est dans ce cas; enfin, que dans une surface particulière ces deux courbures opposées sont, pour chaque point, égales entr'elles. Cette surface est celle dont l'aire est un minimum.

Passons maintenant à quelques conséquences qui suivent les deux courbures d'une surface courbe, et qu'il est important de faire connaître aux artistes.

Soit (fig. 50) une portion de surface courbe quelconque, sur laquelle nous considérions un point L pris arbitrairement, et soit conçue la normale à la surface en L. Nous venons de voir que l'on peut passer, suivant deux directions différentes, du point L à un autre M ou L', pour lequel la nouvelle normale rencontre la première; et que ces deux directions sont à angles droits sur la surface. Soient donc LM et LL' ces deux directions rectangulaires en L. Du point M qui passera par le point L'. La série des points M, M',

on pourra de même passer dans deux directions différentes à un autre point N ou M', pour lequel la normale rencontre la normale en M, et soient MN et MM' ces deux directions rectangulaires en M. En opérant de même pour le point N, on trouvera les deux directions NO et NN' rectangulaires en N; pour le point O, l'on aura les deux directions OP, OO', et ainsi de suite. La série des points L, M, N, O, P... etc., pour lesquels deux normales consécutives sont toujours dans un plan, formera sur la surface courbe une ligne courbe, qui indiquera perpétuellement le sens d'une des deux courbures de la surface, et cette courbe sera une ligne de première courbure, qui passera par le point L. Si l'on opère pour le point L', comme on l'a fait pour le point L, on pourra d'abord passer, suivant deux directions rectangulaires, à un nouveau point M' ou L'', pour lequel la nouvelle normale rencontre la normale en L', et on trouvera de même une nouvelle série de points L', M', N', O', P'... etc., qui formeront sur la surface courbe une autre ligne de première courbure, qui passera par le point L'. En opérant de même pour la suite des points L'', L''', L'''', trouvés comme L', L'', on aura de nouvelles lignes de première courbure L'' M'' N'' O'' P'', L''' M''' N''' O''' P'''... etc., qui passeront par les points respectifs L'', L''', L''''... etc, et qui diviseront la surface courbe en zônes. Mais la suite des points L, L', L'', L''', pour lesquels deux normales consécutives sont encore dans un plan, formera sur la surface courbe une autre courbe qui indiquera perpétuellement le sens de l'autre courbure de la surface, et cette courbe sera la ligne de seconde courbure:

M'', M''', ... etc., formera une autre ligne de seconde courbure, qui passera par le point M; la série des points N, N', N'', N'''.... formera une nouvelle ligne de seconde courbure qui passera par le point N, et ainsi de suite, et toutes les lignes de seconde courbure diviseront la surface courbe en d'autres zones. Enfin, toutes les lignes de première courbure couperont à angles droits toutes les lignes de seconde courbure, et ces deux systêmes de lignes courbes diviseront la surface en élémens rectangulaires; et cet effet aura lieu, non-seulement si ces lignes sont infiniment proches, comme nous l'avons supposé, mais même quand celles d'un même systême seraient à des distances finies les unes des autres. Avant que d'aller plus loin, nous allons en apporter un exemple, avec lequel les élèves sont déjà familiarisés.

Si l'on coupe une surface quelconque de révolution pas une suite de plans menés par l'axe, on aura une suite de sections qui seront les lignes d'une des courbures de la surface; car pour qu'une courbe soit ligne de courbure d'une surface, il faut qu'en chacun de ses points, l'élément de surface cylindrique qui toucherait la surface dans l'élément de la courbe, ait sa droite génératrice perpendiculaire à la courbe: or, cette condition a évidemment lieu ici, non-seulement en chaque point de la courbe pour un élément de surface cylindrique particulière, ce qui serait suffisant, mais même par rapport à toute la courbe pour une même surface cylindrique. De plus, si l'on coupe la même surface de révolution par une suite de plans perpendiculaires à l'axe, on aura une seconde suite de sections,

sections, qui seront toutes circulaires, et qui seront les lignes de l'autre courbure ; car si par un point quelconque d'une de ces sections, on conçoit la tangente au méridien de la surface, et si l'on suppose que cette tangente se meuve parallèlement à elle-même, pour engendrer l'élément d'une surface cylindrique tangent à la surface, l'élément de la surface cylindrique touchera la surface de révolution dans l'arc de cercle, et cet arc sera perpendiculaire à la droite génératrice. Ainsi, pour une surface quelconque de révolution, les lignes de courbure sont, pour une espèce de courbure, les méridiens de la surface, et pour l'autre courbure, les parallèles ; et il est évident que ces deux suites de courbes se coupent toutes à angles droits sur la surface.

(Fig. 50.) Si par tous les points d'une des lignes de courbure LMNOP d'une surface courbe on conçoit des normales à la face, nous avons vu que la seconde normale rencontrera la première en un certain point, que la troisième rencontrera la seconde en un autre point, et ainsi de suite ; le système de ces normales, dont deux consécutives sont toujours dans un même plan, forme donc une surface développable, qui est par-tout perpendiculaire à la surface courbe, et qui la coupe suivant la ligne de courbure. Cette ligne de courbure étant elle-même par-tout perpendiculaire aux normales qui composent la surface développable, est aussi une ligne de courbure de cette dernière surface. L'arrête de rebroussement de la surface développable, arrête qui est formée par la suite des points de rencontre des normales consécutives, et à laquelle toutes les

normales sont tangentes, est une des développées de la courbe LMNOP ; elle est le lieu des centres de courbure de tous les points de cette courbe, et elle est aussi celui des centres d'une des courbures de la surface pour les points qui sont sur la ligne LMNOP. Si l'on fait la même observation pour toutes les autres lignes de courbure de la même suite, telles que L'M'N'O'P', L"M"N"O"P"... etc. toutes les normales de la surface courbe pourront être regardées comme composant une suite de surfaces développables, toutes perpendiculaires à la surface, et le système des arrêtes de rebroussement de toutes ces surfaces développables formera une surface courbe qui sera le lieu de tous les centres d'une des courbures de la surface courbe.

Ce que nous venons de remarquer pour une des deux courbures de la surface, a également lieu pour l'autre. En effet, si par tous les points L, L', L", L'"... etc. d'une des lignes de l'autre courbure, on conçoit des normales à la surface, ces droites seront consécutivement deux à deux dans un même plan ; leur système formera une surface développable, qui sera par-tout perpendiculaire à la surface, et qui la rencontrera daus la ligne de courbure L L' L" L'"... qui sera elle-même une ligne de courbure de la surface développable. L'arrête de rebroussement de cette dernière surface sera le lieu des centres de courbure de la ligne L L' L" L'", et en même tems celui des centres de seconde courbure de la surface courbe pour tous les points de la ligne L L' L" L'". Il en sera de même pour toutes les normales menées par les points des autres lignes de courbure MM'M"M'", NN'N"N'"... En sorte que toutes les normales de la surface courbe

pourront être regardées de nouveau comme composant une seconde suite de surfaces développables, toutes perpendiculaires à la surface; et le système des arrêtes de rebroussement de toutes ces nouvelles surfaces développables, formera une seconde surface courbe, qui sera le lieu des centres de la seconde courbure de la surface.

Dans quelques cas particuliers, les surfaces des centres des deux courbures d'une même surface courbe sont distinctes, c'est-à-dire, qu'elles peuvent être engendrées séparément, ou qu'elles ont leurs équations séparées. On en a un exemple dans les surfaces de révolution, pour lesquelles une de ces surfaces se réduit à l'axe même de rotation, et pour lesquelles l'autre est une autre surface de révolution, engendrée par la rotation de la développée plane du méridien autour du même axe. Mais le plus souvent, et dans le cas général, ces deux surfaces ne sont point distinctes; elles ne peuvent être engendrées séparément; elles ont la même équation, et elles sont deux nappes différentes d'une même surface courbe.

On voit donc que toutes les normales d'une surface courbe peuvent être considérées comme les intersections de deux suites de surfaces développables, telles que chacune des surfaces développables rencontre la surface courbe perpendiculairement, et la coupe suivant une courbe qui est en même tems ligne de courbure de la surface courbe et ligne de courbure de la surface développable, et que chacune des surfaces développables de la première suite, coupe toutes celles de la seconde suite en ligne droite et à angles droits.

Voyons actuellement quelques exemples de l'utilité dont les généralités peuvent être dans certains arts. Le premier changement sera pris dans l'architecture.

Les voûtes construites en pierres de taille sont composées de pièces distinctes auxquelles on donne le nom générique de *voussoirs*. Chaque voussoir a plusieurs faces qui exigent la plus grande attention dans l'exécution ; 1°. la face qui doit faire parement, et qui devant être une partie de la surface visible de la voûte, doit être exécutée avec la plus grande précision, cette face se nomme *douelle ;* 2°. les faces par lesquelles les voussoirs consécutifs s'appliquent les uns contre les autres, on les nomme généralement *joints*. Les joints exigent aussi la plus grande exactitude dans leur exécution ; car la pression se transmettant d'un voussoir à l'autre perpendiculairement à la surface du joint, il est nécessaire que les deux pierres se touchent par le plus grand nombre possible de points, afin que pour chaque point de contact, la pression soit la moindre, et que pour tous elle approche le plus de l'égalité. Il faut donc que dans chaque voussoir les joints approchent le plus de la véritable surface dont ils doivent faire partie ; et pour que cet objet soit plus facile à remplir, il faut que la surface des joints soit de la nature la plus simple et de l'exécution la plus susceptible de précision. C'est pour cela que l'on fait ordinairement les joints plans ; mais les surfaces de toutes les voûtes ne comportent pas cette disposition, et dans quelques-unes on blesserait trop les convenances dont nous parlerons dans un moment, si l'on ne donnait pas aux joints une surface courbe. Dans ce cas, il

faut choisir parmi toutes les surfaces courbes qui pourraient d'ailleurs satisfaire aux autres conditions, celles dont la génération est la plus simple, et dont l'exécution est plus susceptible d'exactitude. Or, de toutes les surfaces courbes, celles qu'il est plus facile d'exécuter sont celles qui sont engendrées par le mouvement d'une ligne droite, et sur-tout les surfaces développables; ainsi, lorsqu'il est nécessaire que les joints des voussoirs soient des surfaces courbes, on les compose, autant qu'il est possible, de surfaces développables.

Une des principales conditions auxquelles la forme des joints des voussoirs doit satisfaire, c'est d'être par-tout perpendiculaires à la surface de la voûte que ces voussoirs composent. Car, si les deux angles qu'un même joint fait avec la surface de la voûte étaient sensiblement inégaux, celui de ces angles qui excéderait l'angle droit serait capable d'une plus grande résistance que l'autre; et dans l'action que deux voussoirs consécutifs exercent l'un sur l'autre, l'angle plus petit que l'angle droit, serait exposé à éclater; ce qui, au moins, déformerait la voûte, et pourrait même altérer sa solidité, et diminuer la durée de l'édifice. Lors donc que la surface d'un joint doit être courbe, il convient de l'engendrer par une droite qui soit par-tout perpendiculaire à la surface de la voûte; et si l'on veut de plus que la surface du joint soit développable, il faut que toutes les normales à la surface de la voûte, et qui composent, pour ainsi dire, le joint, soient consécutivement deux à deux dans un même plan. Or, nous venons de voir

que cette condition ne peut être remplie . à moins que toutes les normales ne passent par une même ligne de courbure de la surface de la voûte ; donc, si les surfaces des joints des voussoirs d'une voûte doivent être développables , il faut nécessairement que ces surfaces rencontrent celle de la voûte dans ses lignes de courbure.

D'ailleurs , avec quelque précision que les voussoirs d'une voûte soient exécutés, leur division est toujours apparente sur la surface ; elle y trace des lignes très-sensibles, et ces lignes doivent être soumises à des lois générales, et satisfaire à des convenances particulières, selon la nature de la surface de la voûte. Parmi les lois générales, les unes sont relatives à la stabilité, les autres à la durée de l'édifice ; de ce nombre est la règle qui prescrit que les joints d'un même voussoir soient rectangulaires entr'eux, par la même raison qu'ils doivent être eux-mêmes perpendiculaires à la surface de la voûte. Aussi les lignes de division des voussoirs doivent être telles que celles qui divisent la voûte en assises, soient toutes perpendiculaires à celles qui divisent une même assise en voussoirs. Quant aux convenances particulières, il y en a de plusieurs sortes, et notre objet n'est pas ici d'en faire l'énumération ; mais il y en a une principale, c'est que les lignes de division des voussoirs qui, comme nous venons de le voir, sont de deux espèces, et qui doivent se rencontrer toutes perpendiculairement, doivent aussi porter le caractère de la surface à laquelle elles appartiennent. Or, il n'existe pas de lignes sur la surface courbe, qui puisse

remplir en même-tems toutes ces conditions que les deux suites de lignes de courbure, et elles les remplissent complètement. Ainsi la division d'une voûte en voussoirs doit donc toujours être faite par des lignes de courbure de la surface de la voûte ; et les joints doivent être des portions de surfaces développables formées par la suite des normales à la surface qui, considérées consécutivement, sont deux à deux dans un même plan ; ensorte que pour chaque voussoir, les surfaces des quatre joints et celle de la voûte soient toutes rectangulaires.

Avant la découverte des considérations géométriques, sur lesquelles tout ce que nous venons de dire est fondé, les artistes avaient un sentiment confus des lois auxquelles elles conduisent ; et, dans tous les cas, ils avaient coutume de s'y conformer. Ainsi, par exemple, lorsque la surface de la voûte était de révolution, soit qu'elle fût en sphéroïde, soit qu'elle fût en berceau tournant, ils divisaient ses voussoirs par des méridiens et par des parallèles, c'est-à-dire, par les lignes de courbure de la surface de la voûte.

Les joints qui correspondaient aux méridiens étaient des plans menés par l'axe de révolution ; ceux qui correspondaient aux parallèles, étaient des surfaces coniques de révolution autour du même axe ; et ces deux espèces de joints étaient rectangulaires entr'eux, et perpendiculaires à la surface de la voûte. Mais, lorsque les surfaces des voûtes n'avaient pas une génération aussi simple ; et quand leurs lignes de courbure ne se présentaient pas d'une manière aussi

marquée, comme dans les voûtes en sphéroïdes allongés, et dans un grand nombre d'autres, les artistes ne pouvaient plus satisfaire à toutes les convenances; et ils sacrifiaient, dans chaque cas particulier, celles qui leur présentaient les difficultés les plus grandes.

Il serait donc convenable que, dans chacune des écoles de géométrie descriptive, établie dans les districts, le professeur s'occupât de la détermination et de la construction des lignes de courbure des surfaces, employées ordinairement dans les arts, afin que dans le besoin, les artistes qui ne peuvent pas consacrer beaucoup de tems à de semblables recherches, pussent les consulter avec fruit, et profiter de leurs résultats.

Le second exemple que nous rapporterons sera pris dans l'art de la gravure.

Dans la gravure les teintes des différentes parties de la surface des objets représentés, sont exprimées par des hachures que l'on fait d'autant plus fortes ou d'autant plus rapprochées, que la teinte doit être plus obscure.

Lorsque la distance, à laquelle la gravure doit être vue, est assez grande pour que les traits individuels de la hachure ne soient pas apperçus, le genre de la hachure est à-peu-près indifférent; et quel que soit le contour de ces traits, l'artiste peut toujours les forcer et les multiplier, de manière à obtenir la teinte qu'il desire et à produire l'effet demandé. Mais, et c'est le cas le plus ordinaire, quand la gravure est destinée à être vue d'assez près pour que les contours des traits de la hachure soient apperçus, la forme de

ces contours n'est plus indifférente. Pour chaque objet, et pour chaque partie de la surface d'un objet, il y a des contours de hachures plus propres que tous les autres, à donner une idée de la courbure de la surface; ces contours particuliers sont toujours au nombre de deux, et quelquefois les graveurs les emploient tous deux à-la-fois, lorsque pour forcer plus facilement leurs teintes, ils croisent les hachures. Ces contours, dont les artistes n'ont encore qu'un sentiment confus, sont les projections des lignes de courbures de la surface qu'ils veulent exprimer. Comme les surfaces de la plûpart des objets ne sont pas susceptibles de définition rigoureuse, leurs lignes de courbures ne sont pas de nature à être déterminées, ni par le calcul, ni par des constructions graphiques. Mais, si dans leur jeune âge, les artistes avaient été exercés à rechercher les lignes de courbure d'un grand nombre de surfaces différentes, et susceptibles de définitions exactes, ils seraient plus sensibles à la forme de ces lignes et à leur position, même pour les objets moins déterminés; ils les saisiraient avec plus de précision, et leurs ouvrages auraient plus d'expression.

Nous n'insisterons pas sur cet objet, qui ne présente peut-être que le moindre des avantages que les arts et l'industrie retireraient de l'établissement d'une école de géométrie descriptive dans chacun des districts de la république.

QUARANTE-DEUXIÈME SÉANCE.

(22 *Germinal*)

ART DE LA PAROLE.

SICARD, *Professeur.*

DANS la séance précédente, nous avons commencé l'analyse des opérations de l'œil organique qui devait nous conduire à la première opération de l'œil intellectuel. Nous n'avons pas eu le tems d'arriver jusques-là. Nous allons voir un élève sourd-muet qui va faire des questions par signes à un autre, qui les écrira sur la planche, et qui fera les réponses tout seul. J'espère que nous aurons le tems aujourd'hui d'arriver jusqu'au mot *idée* qui doit être, comme je l'ai annoncé, le premier anneau de la chaîne des opérations intellectuelles. Ces détails sont un peu longs, je vous l'avoue ; mais une fois que nous serons parvenus à cette première opération de l'esprit, cela ira beaucoup plus vîte, et l'instruction du sourd-muet sera sans contredit d'un plus grand intérêt.

Vous pouvez remarquer que, lorsque l'élève fait les réponses, celui qui l'interroge ne fait pas des signes. La réponse est toute entière du jeune enfant qui écrit (1). Il lui a fait écrire :

(1) Ce jeune enfant est THOURON, de la Rochelle, fils d'un père qui a tout quitté pour voler à la défense de la patrie, et qui est encore armé pour son pays.

Tu vois mon portrait, (c'était la dernière question); à présent il lui demande :

Touches-tu mon corps ?

R. *Non , je ne touche pas ton corps.*

D. *Quel corps de moi vois-tu ?*

R. *Je vois le corps de toi, long, large, profond, non.*

Vous savez que le sourd-muet met la négation après la chose qu'il doit nier ; c'est la manière anglaise, qui est aussi celle du sourd-muet. Lorsque la qualité est présentée la première, elle est bien plus facile à nier.

R. *Je vois le corps de toi, long, large, profond; non; vivant, non; respirant, non.*

Comme il y a à cette séance un voyageur suédois qui ne connaît pas cette méthode, il faut que vous me permettiez quelques développemens déjà donnés, et qui sont nécessaires à quelqu'un qui assiste pour la première fois à un pareil exercice. Je lui dirai que les signes qui se font ne sont pas des signes de lettres, ni des signes de mots, mais des signes d'idées. Chaque signe est la peinture d'une idée. Comme les idées sont peintes par des mots, le sourd-muet écrit un mot à la place de l'idée que lui rappelle le signe de son répétiteur (1).

Voici la demande :

D. *Avec quoi est peint mon corps ?*

R. *Ton corps est peint avec portrait.*

(L'élève regarde son maître, pour voir s'il a bien dit). Toutes les fois qu'un élève regarde, après avoir répondu, il ne sait pas : car il doute s'il a bien ré-

(1) Ce répétiteur est Massieu.

pondu : quand même il aurait bien répondu, il ne sait pas. Il faut donc trouver un moyen pour lui faire faire une réponse à-peu-près la même. La première, quoique bonne, n'est pas bonne, par cela seul que l'élève ne sait pas qu'elle est bonne ; c'est que nous ne savons bien une chose, que lorsque nous avons la conviction intime de la vérité et des convenances, et qu'il n'y a de véritables connaissances, que celles qui sont trouvées par la raison. Ainsi, il m'arrive souvent une chose très-extraordinaire, c'est qu'en donnant une leçon à mes élèves, ils ont trouvé quelquefois ce que je veux leur faire trouver ; et, malgré cela, la leçon se continue, se prolonge sur le même objet, parce qu'ils n'ont pas trouvé ce que je leur faisais chercher, qu'ils l'ont deviné.

Il a répondu ; *Ton corps est peint avec couleurs.* Ainsi la réponse est juste.

D. *Sur quoi est peint mon corps ?*

R. *Ton corps est peint sur toile.*

Voici la série des questions, avec les réponses.

D. *Tu vois mon portrait.* (C'est d'abord une proposition ; ensuite il a fait cette question-ci.)

D. *Touches-tu mon corps ?*

R: *Non, je ne touche pas ton corps.*

D. *Quel corps de moi vois-tu ?*

R. *Je vois le corps de toi, long, large, profond, non; vivant, non ; respirant, non.*

D. *Avec quoi est peint mon corps ?*

R. *Ton corps est peint avec couleurs.*

D. *Sur quoi est peint mon corps ?*

R. *Ton corps est peint sur toile.*

D. *Vois-tu mon portrait en fermant les yeux ?*

R. *Non, je ne vois pas ton portrait.*

D. *Vois-tu mon corps ?*

R. *Non, je ne vois pas ton corps.*

D. *Souviens-tu mon corps ?* (1)

R. *Oui, je souviens ton corps.*

D. *Vois-tu mon corps dans toi ?*

R. *Oui, je vois ton corps dans moi.*

Cela nous mène pas à pas au résultat. Il ne faut pas y aller, sans expliquer cette irrégularité de la langue : *Souviens-tu mon corps ?* J'ai dit que, dans les commencemens de l'éducation du sourd muet, il fallait établir des règles assez générales, pour embrasser toutes les généralités des analogies, sans aucune exception. Ainsi nous n'avons absolument que des formes actives. Il dit : *Souviens-tu mon corps ?* Pour lui apprendre ce mot *venir*, voici comme je m'y suis pris. Ce mot-ci *marcher* a été notre point de départ. Puis nous avons appris le mot *aller*, qui vient après *marcher*, puis son contraire, qui est *venir*, et ensuite les mots *sous-venir*, dans lesquels nous trouvons deux idées. C'est comme s'il disait : *Viens-tu mon corps ? prends-tu mon corps du lieu où il était, et le fais-tu venir sous toi ?* Voilà comme il entend cette idée : *Oui, je vois ton corps dans moi.* Nous ne sommes pas bien loin du résultat.

Voici des questions qui sont faites à l'élève par le

---

(1) Cette forme de phrase, conforme à la grammaire de l'homme de la nature, qui ne connaît que des verbes actifs, par-tout où il y a réellement une opération du corps, de l'esprit ou du cœur, paraîtra une faute à ceux qui ne jugeront que d'après la grammaire de l'homme civilisé.

citoyen Représentant. Comme cet enfant n'a jamais répondu à des questions devant l'assemblée, il est bon de savoir s'il sait répondre sans secours.

D. *Quel âge as-tu ?*

R. *J'ai neuf ans et un quart.*

D. *Dans quel pays est-tu né ?*

R. *Je suis né dans la Rochelle.*

D. *Depuis quel tems es-tu venu à l'école des sourds-muets ?*

R. *Je suis venu à l'école des sourds-muets, depuis* 1791, *premier octobre.*

Vous voyez que cet enfant pourrait être en correspondance avec tous ceux qui sauraient lire, et qui sauraient écrire.

D. *Aimes-tu les fleurs ?*

R. *Oui.*

Rien de si laconique qu'un sourd-muet, il n'ajoute absolument rien à ses idées.

D. *Quelles sont les fleurs qui plaisent le plus à ton odorat ?*

Vous voyez que celui qui l'interroge connaît parfaitement la langue simple de l'enfance, la langue de la nature.

R. *Les fleurs qui plaisent le plus à mon odorat, sont roses.*

Quelqu'un observe que l'élève qui répond, répète toujours la demande avant de répondre ; c'est qu'en faisant répéter la demande, cela fait une proposition complète à écrire.

Wally : La demande et la réponse se lient *ensemble* ; et on est sûr que la réponse est parfaitement celle de l'élève.

R. *Les fleurs qui plaisent le plus à mon odorat sont roses.*

Le citoyen Laperruque : au lieu de *oui*, pourquoi n'a-t-il pas mis : *J'aime les fleurs ?*

SICARD : Voici, je crois, la raison : c'est que je lui ai appris que le mot *oui* était l'ellipse de la phrase entière affirmative ; et comme ils sont accoutumés à cela, ils écrivent *oui*, pour avoir plutôt fait. Pour nous assurer que ce que je dis là, n'est pas une simple conjecture, je vais lui montrer mon étonnement de ce qu'il n'a pas fait ce que vous dites. Je lui dis, que c'est trop court.

(Ici l'élève ajoute à la réponse, après le mot *oui*, ces mots-ci : *J'aime les fleurs*).

Voici la nouvelle question :

D. *Quelles fleurs paraissent les plus belles à voir ?*

R. *Les roses me paraissent les plus belles à voir.*

Nous sommes sûrs qu'il a répondu à des choses qui n'étaient pas préparées.

Nous étions si près du mot IDÉE, que nous allons y arriver par une seule question, qui terminera la séance.

Vous savez que la dernière réponse a été celle-ci.

On lui a demandé : *Souviens-tu mon corps ?* Il a répondu, oui, *je souviens ton corps* ; il a dit : *je le vois dans moi.* Ainsi cela va nous donner le résultat ; le mot IDÉE était à la porte.

Ce qu'il y a de plus intéressant à remarquer, c'est l'enchaînement de toutes ces propositions, et comment l'élève va toujours du plus connu au moins inconnu.

Vous voyez que le grand art de l'instituteur, c'est de savoir si bien enchaîner les propositions entr'elles,

qu'on arrive à la plus difficile, avec autant de facilité qu'on monte du sol d'où l'on part, à la première marche d'un escalier.

Tu souviens mon corps, Tu vois mon corps dans toi.	Tu idées mon corps.

Ainsi, *souvenir le corps de quelqu'un*, *voir en soi le corps de quelqu'un*, c'est véritablement en avoir l'idée; c'est donc ce qu'on appellerait idéer, si ce mot là était français.

Nous sommes, comme vous voyez, arrivés au mot *idéer.* Le sourd-muet sait, aussi bien que nous, ce que c'est qu'une idée. Ce sera l'objet de la séance prochaine.

C H I M I E.

B E R T H O L L E T, *Professeur.*

L'OXIGÈNE nous a présenté dans l'acide nitrique toutes les propriétés qui sont indépendantes de l'état élastique : nous allons le suivre dans une combinaison, où son action sera encore plus isolée et plus énergique.

C'est à Scheelle qu'est dû l'acide muriatique oxigéné, dont nous allons nous occuper; mais quelques-unes de ses propriétés ont échappé au génie de ce chimiste, parce que des essais imparfaits lui ayant persuadé qu'il ne se combinait que très peu avec l'eau, et que ses propriétés étaient altérées par cette union, il ne l'a presque examiné que dans l'état de gaz; d'ailleurs il ne s'est servi pour se guider, que de

de la supposition du phlogistique, de sorte qu'il n'a regardé l'acide muriatique oxigéné, que comme un acide privé de phlogistique, et tendant à ravir celui que contenaient les autres substances, pour se rétablir dans son premier état, en se saturant de ce principe.

L'acide muriatique oxigéné, a pour base l'acide muriatique, qui, jusqu'à présent, n'a point été décomposé, et qui doit par conséquent être considéré comme une substance simple, par les chimistes qui ne veulent asseoir leurs opinions que sur des faits constatés, surtout lorsqu'il s'agit de la composition des corps.

L'acide muriatique n'a été connu pendant long-tems que sous la forme liquide : Cavendish observa le premier son état gazeux ; mais Priestley fit voir que c'était son état naturel, et qu'il ne devenait liquide que par sa combinaison avec l'eau ou avec quelqu'autre liqueur.

Le gaz acide muriatique doit être recueilli sur le mercure ; il pèse environ 0,655 grains le pouce cube : il s'unit à l'eau facilement, et par le simple contact. Kirwan a fait absorber 794 pouces cubiques à 13099 grains d'eau ; la liqueur qui en est résultée a pesé 1920 grains : elle avait une pesanteur spécifique de 1,225; d'où il résulte qu'en ajoutant à l'excès de pesanteur spécifique dû à l'acide, le poids d'un volume d'eau égal à celui qu'il occupe dans cet état, et en supposant que l'eau, en se combinant, ne s'est pas concentrée, ce qui est assez probable dans le cas où une affinité peu forte agit, la pesanteur spécifique de l'acide muriatique, tel qu'il est dans l'état liquide, est 3105;

d'où il résulte encore que le gaz, en passant par cet état, est réduit à-peu-près aux deux millièmes de son volume.

Lorsque l'eau est saturée d'acide muriatique, elle forme une liqueur qui répand des vapeurs blanches, parce que les dernières portions de cet acide sont faiblement retenues, et très-disposées à l'état élastique. Elles sont déterminées à le prendre par le contact de l'air atmosphérique, dont elles enlèvent l'eau pour repasser avec elle à l'état liquide : c'est là la cause des vapeurs blanches qu'on apperçoit, lorsqu'on ouvre un flacon rempli d'acide muriatique concentré, sur-tout lorsque la température devient plus élevée; car l'augmentation de l'élasticité diminue l'effet de l'action que l'eau exerce sur lui. Dans cet état, on l'appelle acide muriatique fumant.

Lorsque l'acide muriatique liquide est échauffé, il abandonne l'eau en grande partie, pour prendre l'état gazeux, qu'il conserve si on le reçoit sur du mercure; de même, lorsqu'on le dégage d'une combinaison, qui est ordinairement le muriate de soude ou le sel marin, par le moyen d'un acide qui ait une plus forte affinité avec sa base, tel que l'acide sulfurique, dont on se sert presque toujours pour cet objet; il prend l'état de gaz qui se réduit, au contact de l'air atmosphorique, eu vapeurs blanches, qui ne disparaissent que lorsque saturées d'eau, elles se sont concentrées en liquide. Il prend encore l'état de gaz dans les dissolutions métalliques, soit par la chaleur qui est produite par la dissolution, soit par celle qu'on emploie pour la favoriser; mais alors il est mêlé avec du gaz hydrogène qui vient de la

décomposition de l'eau produite par le métal qui s'est oxigéné : on l'en sépare par l'eau qui le dissout, et qui laisse le gaz hydrogène ; c'est dans cet état que Cavendish l'a d'abord observé.

Vous ne perdrez pas de vue cette disposition à l'état élastique, lorsque, dans un cours élémentaire, vous ferez connaître les procédés par lesquels on le sépare de ses bases, et les appareils dont on se sert pour le combiner à l'eau avec le moins de perte, et sur-tout lorsque vous expliquerez les variations apparentes de ses affinités dans les changemens de température.

L'acide muriatique, soit dans l'état liquide, soit sous forme gazeuse, n'a aucune action sensible sur le gaz oxigène ; il faut que celui-ci ait perdu son élasticité, pour se combiner avec lui. On prend donc, pour opérer cette combinaison, une substance métallique qui contienne beaucoup d'oxigène : l'oxide de manganèse est celle qui est la plus propre à cette opération : on mêle, dans un matras ou une cornue, une partie de cet oxide bien choisi, avec quatre parties d'acide muriatique fumant, ou six parties d'acide muriatique d'une concentration ordinaire ; on voit promptement, sur tout lorsque l'acide muriatique est concentré, se dégager un gaz jaune : c'est le gaz acide muriatique oxigéné ; lorsque le dégagement diminue, on le favorise par l'action de la chaleur, qu'on augmente peu-à-peu jusqu'à l'ébulition.

Au lieu d'acide muriatique, on peut employer l'acide sulfurique, le muriate de soude et l'oxide de manganèse ; l'acide sulfurique agit d'abord sur le muriate de soude, et en sépare l'acide muriatique qui

porte son action sur l'oxide de manganèse ; on emploie une partie d'oxide de manganèse, deux parties de sel, et trois parties d'acide sulfurique concentré, qu'on étend d'un volume à-peu-près égal d'eau.

Le gaz est suffoquant : on ignore sa pesanteur spécifique ; il se dissout dans l'eau beaucoup moins facilement que le gaz acide muriatique, mais beaucoup plus facilement, et en plus grande quantité, que le gaz acide carbonique. On se sert donc, pour cette combinaison, d'un appareil qui conduit le gaz dans le fond de l'eau, qui multiplie la surface de l'eau, pour que celui qui s'élève au-dessus se combine avec elle, et qui, opposant à son issue, le poids de cette même eau, favorise l'absorption par la compression qui en résulte. Welter a imaginé des appareils ingénieux pour satisfaire aux différentes indications qu'on a à remplir dans cette opération et dans plusieurs autres. Lorsque l'eau est imprégnée de gaz, elle forme l'acide muriatique oxigéné. Cette combinaison se fait, sans que le gaz laisse dégager sensiblement de la chaleur.

Dans cette opération, l'acide muriatique dissout l'oxide de manganèse ; mais comme cette dissolution n'exige pas toute la quantité d'oxigène qui se trouve dans l'oxide, une partie de l'oxigène en est séparée, à l'aide de l'affinité d'une partie de l'acide muriatique, qui forme avec elle la combinaison que nous examinons.

Une autre cause favorise cette combinaison : c'est l'action du calorique qui est chassé de la combinaison d'oxide de manganèse et d'acide muriatique ; et qui passe dans celle de l'acide muriatique et de l'oxigène :

de-là vient que lorsque le premier effet est produit, on a besoin d'employer la chaleur, même jusqu'à l'ébullition, pour fournir le calorique qui manquerait à la combinaison qui doit se former.

Rien n'est hypothétique dans cette explication; car, 1°. l'oxide de manganèse contient beaucoup d'oxigène : on peut en chasser une grande partie par la chaleur seule; et, après cela, cet oxide ne peut produire que très-peu d'acide muriatique oxigéné; 2°. nous retrouverons l'oxigène et l'acide muriatique, dans l'acide muriatique oxigéné; 3°. les propriétés de l'acide muriatique oxigéné nous prouveront que l'oxigène est pourvu d'une quantité de calorique, à-peu-près égale à celle qu'il contient dans l'état élastique : or les oxides métalliques ne contiennent pas l'oxigène dans cet état; car les métaux brûlent avec un dégagement de beaucoup de chaleur, et même avec flamme, et les propriétés de l'oxide de manganèse n'annoncent pas qu'il diffère en cela des autres oxides.

Si, dans l'opération, on reçoit le gaz dans une eau qui soit peu au-dessus du degré de température de la glace, il s'en dissout beaucoup moins; mais il prend une forme concrète : il tombe, peu-à-peu, au fond de la liqueur, en cristaux jaunâtres, ou il reste fixe au tube conducteur qui, pour prévenir l'engorgement, doit être large; alors la liqueur est beaucoup moins colorée : un peu de chaleur rend l'état élastique à la substance devenue solide, et elle se dissout; une chaleur trop élevée empêche le gaz de se dissoudre dans l'eau, ou l'en chasse; c'est vers

dix degrés de température que l'eau se sature le mieux.

L'acide muriatique oxigéné est donc, indépendamment de l'eau, une combinaison de l'oxigène avec l'acide muriatique; et en effet, nous avons vu que cette liqueur, exposée à la lumière, laissait dégager un gaz qui avait toutes les propriétés du gaz oxigène; et qu'après cela, il ne restait qu'une eau imprégnée d'acide muriatique simple : le concours des faits que nous allons examiner, confirme cette vérité.

Les métaux ne se dissolvent dans les acides que lorsqu'ils sont réduits à l'état d'oxide; de-là vient que ceux qui ont la propriété de se dissoudre dans l'acide muriatique, décomposent l'eau et en chassent l'hydrogène, pour entrer en combinaison avec cet acide : mais avec l'acide muriatique oxigéné, il n'y a point de décomposition de l'eau, point de dégagement de gaz hydrogène, et par conséquent point d'effervescence; ainsi le fer et le zinc, qui d'ailleurs ont la propriété de décomposer l'eau, sans le secours d'une autre affinité, se dissolvent paisiblement dans l'acide muriatique oxigéné, parce que cet acide leur cède l'oxigène dont ils ont besoin, et le résultat est le même que si on eût fait usage d'acide muriatique ordinaire.

Les dissolutions métalliques et les précipités qu'on en fait par les alkalis, ont des couleurs et des propriétés différentes, selon la proportion d'oxigène qu'ils contiennent; l'acide muriatique oxigéné versé dans ces dissolutions ou agité avec les oxides métalliques, leur donne les couleurs qui sont dues à une forte

oxigénation ; ainsi l'oxide de cuivre qui contient peu d'oxigène, est bleu, celui qui en contient beaucoup est verd, et l'acide muriatique oxigéné fait passer promptement l'oxide bleu au verd : le fer prend, selon les proportions d'oxigène, une couleur bleue, verte, rouge, jaune : l'acide muriatique oxigéné le fait passer successivement par ces nuances. Le mercure sur-tout prend des propriétés très-différentes, et qu'il importe à la médecine de bien apprécier, selon les proportions d'oxigène, et selon celles d'acide muriatique avec lesquelles il se combine ; par l'acide muriatique oxigéné, on fait une série de combinaisons qui représente ce qu'on appelle dans les pharmacies, *panacée mercurielle*, *mercure doux*, *précipité blanc*, *sublimé corrosif*, série à laquelle répond la causticité de ces substances.

Le soufre en se brûlant, c'est-à-dire, en se combinant avec l'oxigène, se change en acide sulfurique ; l'acide muriatique oxigéné produit aussi ce changement sur-tout lorsqu'il est en combinaison avec l'alkali, c'est-à-dire, dans l'état de sulfure ; le phosphore est également changé en acide phosphorique, mais le changement ne se fait pas facilement dans la liqueur.

L'acide muriatique oxigéné change les couleurs minérales, comme nous l'avons vu ; mais il fait disparaître les couleurs végétales : celles-ci lui enlèvent l'oxigène ; de sorte que la liqueur épuisée par leur action, ne montre plus que les propriétés d'une eau imprégnée d'un peu d'acide muriatique. Les parties colorantes résistent diversement à l'action de l'oxigène, tout comme exposés à l'air, sur-tout lorsque son action

est favorisée par la lumière solaire, elles disparaissent plus ou moins promptement.

Si, après avoir fait évaporer la liqueur, on examine l'état où les parties colorantes sont réduites, on trouve qu'elles ont éprouvé les mêmes changemens que leur aurait fait subir une légère combustion; elles sont charbonnées; l'effet est sur-tout très-sensible avec la dissolution d'indigo par l'acide sulfurique, avec la dissolution de noix de galle, dont il se précipite même des parties charbonneuses, et avec la dissolution des parties colorantes du chanvre et du lin par la potasse.

L'acide muriatique oxigéné cède donc l'oxigène aux parties colorantes, celles-ci agissent d'abord par une affinité collective; dans cet état de combinaison, leur couleur disparaît; mais, avec le tems, et sur-tout par l'action de la chaleur, l'oxigène se combine avec l'hydrogène par une affinité isolée, forme de l'eau, et laisse les parties colorantes dans un état charbonné.

On a cherché à faire une application utile aux arts, de ces observations.

1°. L'acide muriatique oxigéné produisant sur les couleurs des effets analogues à ceux de l'air, on peut s'en servir pour déterminer le degré de solidité des couleurs; mais comme son action est très-vive, il ne faut employer, pour cette épreuve, qu'une liqueur très-affaiblie.

2°. On peut s'en servir pour juger de la quantité de parties colorantes qui se trouvent dans une substance tinctoriale; ainsi, comme les différens indigos

contiennent une plus ou moins grande quantité de parties colorantes de même espèce, on peut évaluer le rapport de cette quantité, en dissolvant dans l'acide sulfurique des poids égaux des espèces d'indigo qu'on veut comparer, et en mesurant les quantités d'acide muriatique oxigéné que chaque dissolution étendue d'une égale quantité d'eau exige pour être amenée au même point de destruction. Par la même raison, une dissolution d'indigo peut aussi servir à mesurer les forces comparatives des acides muriatiques oxigénés, plus ou moins concentrés.

3°. Le fil ou la toile écrue de chanvre et de lin ont leurs filamens couverts de parties colorantes qui en déguisent la blancheur. Ces parties colorantes y tiennent par une véritable combinaison ; mais l'oxigène, en s'y fixant, les rend solubles par les alkalis : de-là vient qu'on expose les fils et les toiles sur les prés, où les parties colorantes s'oxigènent, et qu'ensuite on les lessive pour dissoudre ces parties par l'alkali : on les sépare entièrement, en alternant ces opérations, et les filamens restent blancs ; mais l'acide muriatique oxigéné produit beaucoup plus promptement l'oxigénation. On abrège donc la longueur des opérations, en alternant l'action de l'acide muriatique oxigéné, et des lessives : il faut éviter, avec soin, d'employer une liqueur trop forte, et sur-tout des lessives très-concentrées ; car elles attaquent et détruisent les filamens ; mais, avec les précautions convenables, le fil blanchi par ce moyen conserve plus de solidité que par les procédés ordinaires. Je dois prévenir que, pour obtenir un beau blanc, il est bon de joindre à ce procédé une exposition de quel-

ques jours sur le pré ; car l'action du soleil paraît nécessaire, pour détruire une teinte jaune qui résiste davantage.

Le coton a des parties colorantes d'une autre nature, qu'on peut séparer par le moyen seul de la lessive et du savon ; mais il blanchit avec beaucoup de facilité, par l'action alternative de l'acide muriatique oxigéné et des lessives.

On peut encore se servir des propriétés de l'acide muriatique oxigéné, soit pour détruire les couleurs altérées des toiles peintes, et les ramener au blanc, soit pour donner de l'éclat aux pâtes de papier, soit pour blanchir la cire jaune : on pourra en imaginer plusieurs autres applications.

Les effets de la combustion sont plus grands dans le gaz lui-même, que dans la liqueur ; et d'abord si on le mêle avec du gaz nitreux, il se produit une rougeur considérable, et l'absorption est très-grande ; de sorte que le gaz nitreux enlève l'oxigène au gaz muriatique oxigéné, avec les mêmes apparences que lorsque l'oxigène est dans l'état d'air vital, l'acide nitrique est reproduit, l'acide muriatique ramené à son état ordinaire, et leur mélange forme de l'acide nitro-muriatique, qui retient une partie du gaz nitreux en dissolution.

Fourcroy, qui rend autant de services au progrès de la science qu'à son enseignement, a fait voir en 1788, que la lumière était entretenue avec vivacité dans ce gaz, pourvu qu'on eût l'attention de ne pas se servir des premières portions qui se dégagent, parce qu'elles contiennent ordinairement de l'acide carbo-

nique et du gaz azote, provenant de l'oxide de manganèse; que ce phosphore brûlait dans le gaz à une température à laquelle il ne peut brûler même dans l'air vital, et que le gaz ammoniaque y brûlait lui-même avec flamme. Je me réserve d'exposer ailleurs ce qui concerne la décomposition de l'ammoniaque.

Vestrumb a fait connaître en 1790, d'autres combustions opérées dans le gaz muriatique oxigéné ; il a fait voir que plusieurs métaux et plusieurs sulfures métalliques brûlaient avec flamme, lorsqu'on les jetait en poudre dans ce gaz.

Le résultat de cette combustion est une combinaison de l'oxide qui s'est formé, avec l'acide muriatique, ou avec l'acide provenant du soufre.

L'acide muriatique oxigéné épaissit les huiles dans lesquelles, on le fait passer dans l'état de gaz ; il les rend brunes, et il est probable que si l'opération était poussée assez loin, elles finiraient par être réduites en charbon. Il est même probable que si l'opération était faite avec rapidité, l'huile s'enflammerait. L'oxigène se combine avec l'hydrogène des huiles, et forme de l'eau, en dégageant beaucoup de chaleur.

L'alcohol et l'éther sont pareillement décomposés par l'acide muriatique oxigéné, et ils le sont de la même manière que les huiles. Une grande chaleur se dégage, beaucoup d'eau se produit : le résidu de l'alcohol contient de l'acide acéteux qui s'est formé ; plus loin cet acide se trouve détruit : on y trouve encore une substance brune, qui a l'odeur et la saveur du sucre brûlé, enfin, une huile épaisse et noire. J'avais pensé que ces substances n'étaient que dégagées de l'alcohol, dans

lequel elles préexistaient, et qu'elles n'étaient que désunies et altérées par la combustion que leur faisait éprouver l'oxigène; Lavoisier a remarqué, avec raison, qu'on devait les considérer comme des combinaisons qui se sont formées dans l'opération.

On réduit l'éther par le moyen du gaz muriatique oxigéné en eau, et en une petite portion d'huile qui pourrait encore être amenée à l'état de charbon; et on trouve, dans le résidu, des indices d'acide sulfurique, si c'est l'éther sulfurique qu'on a soumis à l'expérience.

Si l'on mêle un peu de carbonate de potasse à l'acide muriatique oxigéné, il ne se fait point d'effervescence; cependant la couleur de la liqueur disparaît, et son odeur est fort diminuée; il s'est fait une combinaison triple entre l'acide muriatique oxigéné, l'acide carbonique et la potasse: l'alkali pur ou caustique supprime encore mieux l'odeur; mais si l'on fait évaporer la liqueur sur des charbons ardens, l'oxigène se dégage, et dans le premier cas, l'acide carbonique est aussi chassé, il ne reste qu'un simple muriate: si au contraire, la chaleur qui sert à l'évaporation est sans lumière, il se fait une combinaison nouvelle, comme dans l'opération que je vais décrire.

Qu'on fasse passer le gaz à travers une dissolution de carbonate de potasse ou de potasse caustique, il s'absorbe facilement: dans le premier cas, il se forme une combinaison triple entre la potasse, l'acide muriatique oxigéné, et l'acide carbonique; l'acide muriatique oxigéné perd sa couleur et une grande partie de son odeur; cependant il est faiblement retenu dans cette combinaison, et il conserve la propriété de dé-

truire très-promptement les couleurs : mais si l'on continue l'opération, l'acide carbonique se dégage, même celui qui reste toujours uni à l'alkali caustique, simplement préparé avec la chaux; si l'on se sert d'une dissolution rapprochée de potasse ordinaire, qui est composée de carbonate de potasse et de potasse pure, c'est cette dernière qui absorbe d'abord le gaz, et le carbonate de potasse se dépose en crystaux, qui finissent par être décomposés. Lorsque l'opération avance, on voit des crystaux qui ressemblent à des lames brillantes de mica se former dans la liqueur et se déposer. La saturation étant achevée, qu'on sépare les crystaux qui se sont déposés, qu'on fasse évaporer la liqueur, on retire encore de semblables crystaux, et sur la fin on obtient du muriate de potasse ordinaire, qui est à-peu-près six fois plus abondant que le premier sel, qui doit être crystallisé une seconde fois pour l'avoir dans l'état de pureté; sa purification est facile, parce que ce sel est beaucoup moins soluble dans l'eau que le muriate de potasse, sur-tout dans l'eau froide.

Ce sel est le muriate oxigéné de potasse : dans sa formation l'oxigène a abandonné la plus grande partie de l'acide muriatique, pour se concentrer dans une seule, qui n'est qu'à-peu-près la huitième partie du total; car le muriate oxigéné de potasse ne fait qu'à-peu-près la sixième partie en poids de muriate de potasse, quoique l'oxigène soit une partie considérable de son poids, comme le prouve l'expérience suivante : si on pousse ce sel au feu, on retire, sur cent grains, environ soixante-cinq pouces cubiques de gaz oxigène, c'est-à dire, à-peu-près le tiers du poids. Le

gaz oxigène se dégage beaucoup plus facilement dans cette opération que dans la décomposition du nitre, et en prenant les précauions convenables, on l'obtient dans l'état de pureté ; au lieu qu'on se rappelle que celui qui se dégage dans la décomposition du nitre, contient une proportion de gaz azote, qui croît sur la fin de l'opération. Le sel qui reste dans la cornue est du muriate de potasse.

L'oxigène, en se concentrant ainsi avec une partie de l'acide muriatique, a contracté une adhérence plus forte que dans l'acide muriatique oxigéné ; car le muriate oxigéné de potasse n'est plus décomposé par la lumière, il n'altère plus les couleurs.

L'acide, qui est dans le muriate oxigéné de potasse, n'est donc point ce que nous avons appelé acide muriatique oxigéné ; c'est une combinaison, dans laquelle l'oxigène est en beaucoup plus grande proportion : la nomenclature n'a pu circonscrire les dénominations destinées à cette espèce de combinaison, aux principes sur lesquels elle est établie, par l'embarras qui résulte de la nature déjà acide de la base : l'analogie fait voir que l'acide muriatique oxigéné répond à l'acide sulfureux, l'acide muriatique au soufre, et l'acide muriatique suroxigéné, à l'acide sulfurique ; ou en faisant la comparaison avec l'acide nitrique, que l'acide muriatique oxigéné répond au gaz nitreux, l'acide muriatique à l'azote, et l'acide suroxigéné à l'acide nitrique.

Si l'on mêle de l'acide sulfurique concentré au muriate oxigéné de potasse, il se fait une explosion vive, qui prescrit beaucoup de précautions dans l'ex-

périence ; l'oxigène reprend, en grande partie, son élasticité, et il se dégage une liqueur jaunâtre, qui paraît être une combinaison différente de l'acide muriatique oxigéné, parce qu'elle paraît contenir beaucoup moins d'oxigène : l'opération, trop tumultueuse, n'a pas permis jusqu'à présent de l'analyser avec soin.

L'acide suroxigéné n'est donc encore connu que dans son état de combinaison ; il ne paraît pas quitter sa base alkaline pour enlever l'oxide aux nitrates d'argent et de plomb, comme le fait l'acide muriatique ; il ne l'abandonne qu'en se décomposant : mais il est vraisemblable que si l'on trouve le moyen de le séparer, on aura une liqueur d'une activité extrême, dans laquelle l'oxigène se portera avec une vivacité inconnue dans les autres acides, sur toutes les substances sur lesquelles il a de l'action.

Lorsqu'on fait éprouver au muriate oxigéné de potasse un frottement vif entre deux corps durs, il s'en dégage un peu de gaz oxigène et des étincelles lumineuses : on dirait qu'il s'y est accumulé plus de calorique que le gaz oxigène n'en peut tenir naturellement.

J'ai suivi la formation de l'acide muriatique oxigéné, et du muriate oxigéné de potasse, avec des détails qui n'appartiennent qu'à un ouvrage élémentaire, parce qu'on ne les trouve pas encore décrits avec le soin qui peut éviter de fausses tentatives à ceux qui veulent s'en procurer.

Le mêlange d'acide nitrique et d'acide muriatique que nous nommons acide nitromuriatique, et qu'on a appelé *eau régale*, parce qu'il a la propriété de dissoudre l'or que les anciens chimistes ont donné pour

roi aux métaux, a des propriétés qui paraissent, au premier coup-d'œil, contradictoires avec celles que nous avons établies, mais que la théorie peut facilement y ramener.

C'est l'acide muriatique qui se combine avec l'or, ainsi qu'avec le mercure et le platine ; mais comment l'acide nitrique coopère-t-il à cette dissolution ? Bergmann et Schèele ont expliqué son action par la supposition du phlogistique que l'acide nitrique enlève à l'acide muriatique. Ce dernier, devenu par-là acide muriatique *déphlogistiqué*, a la propriété de dissoudre l'or. Nous ne pouvons nous contenter de traduire cette explication, en substituant au phlogistique, que l'acide nitrique devait enlever, l'oxigène qu'il cède à l'acide muriatique, qu'il met par-là dans l'état d'acide muriatique oxigéné ; car nous avons vu que l'oxigène était plus adhérent à l'azote qu'à l'acide muriatique, et nous devons chercher par quel concours de forces il peut lui être enlevé dans l'action de l'acide nitro muriatique.

Lorsqu'on mêle l'acide nitrique et l'acide muriatique, il se produit une effervescence assez vive, et le mêlange se colore peu-à-peu jusqu'au rouge foncé. Si l'on reçoit dans un vase, à travers l'eau, le gaz qui se dégage, on reconnaît que c'est le gaz acide muriatique oxigéné; si l'on jette de la chaux ou de l'alkali dans la liqueur devenue rouge, il s'en exhale beaucoup de gaz nitreux; cette liqueur n'altère pas d'ailleurs les couleurs comme l'acide muriatique oxigéné.

L'acide nitro muriatique a donc la propriété de se combiner, avec une quantité considérable de gaz

nitreux,

nitreux, et c'est l'affinité qu'il a avec le gaz nitreux, qui détermine l'abandon que l'acide nitrique fait d'une portion de son oxigène à une petite partie de l'acide muriatique, qui alors ne reste pas dans la liqueur, mais qui s'exhale en acide muriatique oxigéné, et qui produit l'odeur de l'acide nitromuriatique. Lorsque l'acide nitromuriatique est saturé de gaz nitreux, il ne se forme plus d'acide muriatique oxigéné, et il ne se fait plus d'effervescence; mais celle-ci se renouvelle, en élevant la température. Si l'on se sert d'acide nitreux fumant, il se forme moins d'acide muriatique oxigéné, parce que le gaz nitreux qui existe sert déjà à saturer l'acide nitromuriatique.

Lorsque l'or, ou le platine, ou le mercure, sont dissous par l'acide nitromuriatique, ce n'est donc pas l'acide muriatique oxigéné qui agit sur eux, car il s'exhale à mesure qu'il se forme, mais c'est le métal qui agit d'un côté sur l'oxigène de l'acide nitrique, d'un autre côté sur l'acide muriatique; de sorte qu'en même-tems il s'oxide par l'acide nitrique, et se laisse dissoudre par l'acide muriatique.

On obtient encore les mêmes effets, si au lieu d'acide nitromuriatique, on emploie un mélange de nitrate dans l'acide muriatique ou de muriate dans l'acide nitrique. De-là résultent les différentes compositions d'acide nitromuriatique, dont on fait usage dans les arts sous différens noms.

L'acide muriatique peut, à l'aide de la chaleur, décomposer le nitrate de potasse, quoiqu'il ait moins d'affinité avec la potasse que l'acide nitrique, pendant que celui-ci agit par une affinité collective, parce

qu'une partie de l'acide muriatique agit sur l'oxigène et forme avec lui de l'acide muriatique oxigéné, pendant qu'une autre partie se combine avec la base alkaline, qui n'a qu'une faible affinité avec l'acide nitreux.

Quelques-uns ont prétendu que l'acide muriatique oxigené devait sa couleur, et même ses propriétés à l'oxide de manganèse, qu'il tenait en dissolution. Celui qui se forme dans le mêlange d'acide nitrique et d'acide muriatique, ne peut être soupçonné de contènir de manganèse, et cependant il a la même couleur et les mêmes propriétés. Lorsqu'on a conduit avec précaution l'opération faite avec l'oxide de manganèse, et qu'on décompose par l'action de la lumière, l'acide muriatique oxigène qui en provient, on n'observe pas de trace de manganèse. Bien plus, si l'on ajoute quelques gouttes d'une dissolution de manganèse dans l'acide muriatique oxigéné, l'oxide abandonne l'acide muriatique, qui se combine avec l'eau; il se sature d'oxigène, il se précipite, et il décompose ainsi l'acide muriatique oxigéné; il arrive quelquefois dans les opérations peu soignées, qu'il passe un peu de dissolution dans le récipient où le gaz s'unit à l'eau, et alors on voit bientôt un précipité brun se former.

Nous nous occuperons, dans la première séance, des propriétés chimiques de l'atmosphère, et des épreuves eudiométriques.

LITTÉRATURE.

LAHARPE, *Professeur.*

Nous avons entendu Démosthènes dans les deux genres d'éloquence, le judiciaire et le délibératif; et nous avons vu que dans l'un et dans l'autre, sa logique était également pressante, et ses mouvemens de la même impétuosité. Cicéron procède en général d'une manière différente : il donne beaucoup aux préparations; il semble ménager ses forces, en multipliant ses moyens; il n'en néglige aucun, non-seulement de ceux qui peuvent servir à sa cause, mais même de ceux qui ne vont qu'à la gloire de son art; il ne veut rien perdre, et n'est pas moins occupé de lui que de la chose. C'est sans doute pour cela que Fénélon, dont le tact est si délicat, préférait Démosthènes, comme allant plus directement au but. Quintilien, au contraire, paraît préférer Cicéron, et l'on sait qu'entre deux orateurs d'une telle supériorité, la préférence est plutôt une affaire de goût que de démonstration. Telle a toujours été ma manière de penser sur ces sortes de comparaisons, si souvent ramenées dans les entretiens et dans les discussions littéraires. J'ai toujours dit que ce qui importait, ce n'était pas de décider une prééminence qui sera toujours un problême, attendu la valeur à peu-près égale des motifs pour et contre, et la diversité des esprits;

mais de bien saisir, de bien apprécier les caractères distinctifs et les mérites particuliers de l'un et de l'autre. A cet égard, je puis rendre compte d'une impression que j'ai éprouvée, qui me paraît une vérité que notre révolution m'a révélée, et qui pourrait mettre d'accord ceux qui contestent sur la primauté entre ces deux orateurs.

Jusques-là j'avais toujours préféré Cicéron, et je le préfère encore comme écrivain. Mais depuis que j'ai vu des assemblées délibérantes, j'ai cru sentir que la manière de Démosthènes serait peut-être plus puissante dans ses effets que celle de Cicéron.

Remarquez que tous deux ne sont plus pour nous, à proprement parler, que des écrivains; nous ne les entendons pas, nous les lisons; ils ne sont plus là pour nous persuader, mais pour nous plaire. Philippe et Eschyne, Antoine et Catilina sont jugés, il y a long-tems: c'est Cicéron et Démosthènes que nous jugeons, et cette différence de point de vue est grande; car pour les Grecs et pour les Romains, c'était de la chose qu'il s'agissait avant tout, et ensuite de l'orateur. Tous deux ont eu les mêmes succès, et ont exercé le même empire sur les ames; mais aujourd'hui je conçois très-bien que Cicéron, qui a toutes les sortes d'esprit et toutes les sortes de style, doit être plus généralement goûté que Démosthènes, qui n'a pas cet avantage. Cicéron est devant des lecteurs; il leur donne plus de jouissances diverses; il peut l'emporter: devant des auditeurs, nul ne l'emporterait sur Démosthènes, parce qu'en l'écoutant il est impossible de ne pas dire à tout moment, il

a raison ; et certainement c'est-là le premier but de l'art oratoire.

Ne pourrait-on pas encore observer d'autres motifs de disparité, tirés de la différence des gouvernemens et du caractère des peuples, à qui tous deux avaient affaire. Il n'y avait dans Athènes qu'une seule puissance, celle du peuple : c'était une démocratie absolue, telle que Rousseau la voulait exclusivement *pour les petits états* : il la croyait impossible dans les grands, parce qu'il n'y en avait pas même eu d'exemple : il n'en sera que plus beau à la France d'en donner le premier modèle au Monde, et de répondre à Rousseau, comme un homme de sens répondit à un sophiste qui niait le mouvement : il marcha. Le peuple athénien était volage, inappliqué, amoureux du repos, idolâtre des plaisirs, confiant dans sa puissance et dans son ancienne gloire. Il avait besoin d'être fortement remué ; et quoique la manière de Démosthènes fût, sans doute, le résultat des qualités naturelles de son talent, elle dut aussi être modifiée, jusqu'à un certain point, par la connaissance qu'il avait du caractère de ses auditeurs ; et cette étude était trop importante pour échapper à un homme d'un aussi excellent esprit que le sien. Il songea donc principalement à frapper fort sur cette multitude inattentive, sachant bien que s'il lui donnait le tems de respirer, s'il lui permettait de s'occuper des agrémens de son style et des beautés de sa diction, tout était perdu : les Athéniens étaient capables d'oublier tout ce qu'il leur disait, pour s'extasier sur ses phrases, et faire parade de leur bon goût, en se récriant sur le sien.

Il le savait si bien, qu'à la fin de la harangue, dont j'ai mis une grande partie sous vos yeux, et qui lui attira beaucoup d'applaudissemens, il leur adressa ces derniers mots : « Eh! n'applaudissez pas l'orateur, » et faite ce qu'il vous conseille; car je ne saurais » vous sauver par mes paroles : c'est à vous de vous » sauver par des actions. »

Aussi, quand il avait entraîné le peuple, il avait tout fait : on le chargeait sur-le-champ de rédiger le décret, suivant la formule ordinaire, qui en laissait à l'orateur et l'honneur et le danger : *De l'avis de Démosthènes, le Peuple d'Athènes, arrête et décrète*, etc. Nous avons encore une foule de ces décrets conservés chez les historiens et les orateurs de la Grèce.

Il n'en était pas de même à Rome : il y avait une concurrence de pouvoirs et une complication d'intérêts divers à ménager. Quoique la souveraineté résidât de fait dans le peuple, sans être théoriquement établie, comme elle l'a été chez les modernes, le gouvernement habituel appartenait au sénat, si ce n'est dans les occasions où les tribuns portaient une affaire devant le peuple assemblé, et faisaient passer un plébiciste; et dans ce cas, le sénat même y était soumis. Pour ce qu'on appelait une loi, il fallait réunir le consentement du peuple et du sénat; et de-là ces fréquentes divisions entre les deux ordres, dans lesquelles le peuple eut presque toujours l'avantage, et ce qui est plus remarquable, presque toujours raison. Mais ce qui prouve que la théorie de la souveraineté du peuple n'était pas très-clairement connue, c'est

que tous les actes publics portaient textuellement: *Senatus Populusque romanus*, ce qui était inconséquent: les principes exigeaient que l'on dit *Populus senatusque romanus*. Mais cette différence si essentielle, entre la souveraineté et le gouvernement, n'a été bien développée que dans les écrits de Sidney et de Locke, particulièrement de ce dernier, le meilleur logicien qui ait jamais existé.

Les affaires étaient donc souvent traitées en même-tems, et dans le sénat et devant le peuple; et la différence d'auditoire, devait en mettre dans l'éloquence. De plus, il y avait des citoyens si puissans, qu'ils faisaient seuls, et par leur crédit particulier, un poids considérable dans la balance des délibérations publiques, et l'orateur devait avoir égard à toutes ces considérations.

Le peuple romain était beaucoup plus sérieux, plus réfléchi, plus mesuré, plus moral que celui d'Athènes; on peut dire même que de tous les peuples libres de l'antiquité, il n'en est pas un qui puisse lui être comparé. Il a donné des exemples sans nombre de cette modération, qui semble ne pas appartenir à une multitude, dont les mouvemens ont ordinairement d'autant moins de mesure, qu'ils ont par eux-mêmes plus de force; et l'on sait que la modération n'est autre chose que la mesure juste de toutes les affections, de tous les devoirs et de toutes les vertus. Ce qui est rare dans un individu, doit l'être encore plus dans un amas d'hommes; et c'est pourtant ce qu'on vit sans cesse dans le peuple romain, et ce qui le

montre aux yeux observateurs comme particulièrement destiné à commander aux autres. Cette vérité, qui pourrait donner une face nouvelle à l'histoire romaine, si elle était écrite aujourd'hui par quelqu'un qui joignît à l'éloquence des anciens la philosophie qui leur a souvent manqué, n'est pas très-communément sentie, parce que tous les historiens latins ont plus ou moins de partialité pour le sénat. C'était, sans doute, une compagnie très-sage, sur-tout dans sa politique extérieure, où ses passions ne dominaient pas, du moins jusqu'à l'époque de sa corruption; mais dans le gouvernement intérieur, il serait facile de prouver que le peuple montra souvent beaucoup plus de justice et de vertu que lui. Où trouvera-t-on, par exemple, rien qui ressemble aux romains, lorsque leur armée quitte son camp au bruit de la mort de Virginie, premier crime individuel de la tyrannie décemvirale, et qui fut le dernier; entre dans Rome, enseignes déployées, sans commettre la plus légère violence; se borne à rétablir les autorités légitimes, à traduire Appius devant les tribunaux; et quand il est condamné, reçoit encore son appel au peuple, quoique lui-même eût abrogé ce droit d'appel?

Le peuple était fier, et il avait raison; il sentait sa force et n'en abusait pas : c'est la véritable énergie c'est avec celle-là qu'on fait de grandes choses, (Brutus avait bien raison de dire, dans sa lettre Cicéron : « Il n'y a rien de grand que ce qui » fondé sur des principes invariables. »

La corruption régnait dans Rome au tems de C

son ; mais il est juste d'avouer qu'elle était infiniment plus sensible chez les grands que chez le peuple. L'immoralité des principes n'eût pas été supportée dans la tribune aux harangues; elle le fut quelquefois dans le sénat, et se montra souvent dans sa conduite. Mais dans aucun tems, la fierté du peuple et la sévérité romaine n'auraient pu s'accommoder des objurgations amères et humiliantes que Démosthènes adressait aux Athéniens. Caton seul se les permit quelquefois, et on le pardonnait à son stoïcisme reconnu ; on respectait sa vertu, sans estimer sa politique, qui, en effet, était médiocre. Il rendit peu de services, parce qu'il manquait de cette mesure dont je parlais tout-à-l'heure, et que Tacite appelle *tenere ex sapientiâ modum*. Cicéron en rendit de très-grands pendant toute sa vie, et mérita d'être appelé Père de la patrie. Je me souviens, à ce propos, qu'un fort bon citoyen, incapable assurément de faire du mal, et qui même a fait du bien, mais qui apparamment ne savait de Cicéron que ce qu'on en sait dans les classes, et ne connaissait pas le Cicéron de l'histoire, me dit, un jour que je lui en faisais l'éloge : *Allez, votre Cicéron n'etait qu'un modéré. Ce n'est pourtant pas à ce titre*, lui dis-je, *que les triumvirs l'assassinèrent; mais c'est qu'apparemment on ne connaissait pas à Rome la faction des modérés.*

D'après ces observations, on ne sera pas étonné des deux caractères dominans dans l'éloquence de Cicéron, l'insinuation et l'ornement : l'insinuation, parce qu'il avait à ménager, soit dans le sénat, soit devant le peuple, soit dans les tribunaux, une foule de convenances, étrangères à Démosthènes; l'orne-

ment, parce que la politesse du style, qui n'était introduite à Rome que depuis la conquête de la Grèce, était une sorte d'attrait qui se faisait sentir plus vivement à mesure que tous les arts de goût et de luxe étaient plus goûtés dans Rome. Au milieu des jouissances de toute espèce, celles de l'esprit et de l'oreille étaient devenues une véritable passion. On attachait un grand prix à la diction, sur-tout dans les tribunaux, où les plaidoieries étaient prolongées comme pour l'amusement des juges, plus encore que pour leur instruction.

Cicéron s'attacha donc extrêmement à l'élégance et au nombre. Il savait que l'on se faisait une fête de l'entendre dans le *Forum*; que tous ses discours étaient enlevés dans le sénat, par la même méthode que nous employons aujourd'hui, par des *tachygraphes*, que l'on nommait en latin *notarii* et *librarii*. Ainsi, quoique l'élocution fût également regardée par les Grecs et les Romains comme la partie la plus essentielle et la plus difficile de l'art oratoire, parce qu'on y comprenait, dans le langage des rhéteurs, non seulement toutes les figures de la diction, qui en sont l'ornement, mais toutes les figures de pensées qui en sont l'ame; je conçois que Cicéron a pu mettre plus de soin que Démosthènes, dans ce qu'on appelle le fini des détails, et qu'il a recherché la parure et la richesse d'expression, en raison de ce qu'on attendait de lui. Cela est si vrai, que ceux qui se piquaient d'être amateurs de l'atticisme, reprochaient à Cicéron d'être trop orné; et Quintilien, son admirateur passionné, s'est cru obligé de le justifier sur ce point, et de réfuter ces

prétendus attiques, qui, en effet allaient trop loin. L'atticisme consistait principalement dans une grande pureté de langage, un entier éloignement de toute affectation, et une certaine simplicité noble qui devait avoir l'aisance de la conversation, quoiqu'elle fût, en effet, beaucoup plus soutenue et plus relevée. C'est en cela qu'excellait Démosthènes. Mais cette simplicité n'excluait point les ornemens naturellement amenés, comme le prétendaient ces critiques trop délicats, qui auraient rendu la diction maigre et nue, à force de la rendre simple. Cette simplicité n'excluait que l'affectation, et jamais Cicéron n'a rien affecté. Chez lui tout coule de source ; et s'il ne paraît pas, au même point que Démosthènes, s'oublier tout-à-fait comme orateur, pour ne laisser voir que l'homme public, il sait cacher son art, et vous ne vous en appercevez que par le charme que son élocution vous fait éprouver.

La gravité des délibérations du sénat, nécessairement différentes de celles du peuple, toujours un peu tumultueuses, ne comportait pas d'ordinaire toute la véhémence, toute la simplicité de mouvemens qui était nécessaire à Démosthènes, pour fixer l'attention et l'intérêt des Athéniens. Aussi les Philippiques de Cicéron sont elles généralement beaucoup moins vives que celle de l'orateur grec. La seconde, qui est la plus forte de toutes, ne fut pas prononcée : elle n'est pas du même genre que les autres : c'est une violente invective contre Antoine, en réponse à celle que le triumvir avait vomie contre lui en son absence, au milieu du sénat. Dans les autres, qui ont pour objet de faire

déclarer Antoine ennemi de la patrie, et d'autoriser Octave à lui faire la guerre, Cicéron n'avait pas, à beaucoup près, autant d'obstacles à vaincre que Démosthènes. Le sénat, au moins en grande partie, était contre Antoine, et il ne s'agissait guère que de diriger ses mesures, de lui inspirer de la fermeté et de la résolution, et de le rassurer contre la défiance qu'on pouvait avoir d'Octave. Cicéron fit tout ce qu'il voulut et rédigea tous les décrets.

S'il se rapprocha quelquefois, dans les délibérations du sénat, de la véhémence de Démosthènes, c'est quand il eut en tête des ennemis déclarés, tels que Catilina, Clodius, Pison, Vatinius; il réservait d'ailleurs les foudres de l'éloquence pour le pathétique des accusations ou des défenses judiciaires, où il avait devant lui une carrière proportionnée à l'abondance et à la variété de ses moyens; c'est là le triomphe de son talent. Mais, en cette partie même, il diffère de Démosthènes, en ce que celui-ci va toujours droit à l'ennemi, toujours heurtant et frappant; au lieu que Cicéron fait, pour ainsi dire, un siège en forme, s'empare de toutes les issues, et se servant du discours comme d'une armée, enveloppe son ennemi de toute part, jusqu'à ce qu'enfin il l'écrase et le retourne sous ses pieds.

Je choisirai d'abord chez lui un morceau d'une harangue qu'on peut appeler délibérative, quoiqu'il fût question d'un jugement criminel. C'est la quatrième catilinaire prononcée dans le sénat, à qui Cicéron, quoique revêtu d'un pouvoir absolu, avait

remis extraordinairement à statuer sur le sort des complices de Catilina. Le crime n'était pas douteux, et la question était plutôt politique que judiciaire. Il s'agissait de savoir si l'on passerait par dessus les formes ordinaires, attendu l'énormité du crime et le danger imminent de la patrie. Mais je remarquerai d'abord, puisque j'en ai l'occasion, une fausseté bien étrange, répétée dix fois devant les représentans du peuple, sous le règne des décemvirs, sans qu'elle ait jamais été relevée. On voulait alors autoriser de quelques exemples cette abominable maxime, qu'en fait de conspiration l'on n'a pas besoin de preuves, et que les soupçons et les indices suffisent. Cette doctrine, très-commode pour égorger qui l'on veut, fut de tout tems celle des tyrans, et l'on connaît ces vers qui en sont l'expression fidèle, et que Racine a mis dans la bouche d'un scélérat :

Est-ce aux rois à garder cette lente justice?
Leur sûreté souvent dépend d'un prompt supplice.
N'allons point les gêner d'un soin embarrassant;
Dès qu'on leur est suspect, on n'est plus innocent.

Mais ce n'a jamais été la maxime des républicains ; et Voltaire le savait bien, lui qui fait dire à Brutus :

Arrêter un Romain sur de simples soupçons,
C'est agir en tyrans, nous qui les punissons.

Et ce qu'on ne sait pas assez, c'est que la tragédie

de Brutus fut déclarée *contre-révolutionnaire*, à cause de ces deux vers, et qu'il fallut les retrancher pour avoir la permission de la jouer. On s'avisa donc de citer dans l'assemblée l'exemple de Cicéron, et l'on s'écriait avec une confiance, en tout autre tems incompréhensible : « Cicéron eut-il besoin de preuves, » pour condamner Catilina et ses complices? » Je ne sais si c'était ignorance ou mauvaise foi : ceux qui parlaient ainsi, étaient également capables de l'une et de l'autre. Quoi qu'il en soit, personne ne releva ce hardi mensonge, sans doute parce qu'il eût été trop dangereux de démentir les tyrans, même sur un fait historique; car il y avait assez de gens instruits, pour ne pas ignorer un trait de l'histoire romaine aussi connu que celui-là. Mais telle est la contagion de l'erreur, que j'ai vu cette même fausseté répétée depuis dans des écrits qui n'étaient point composés dans une mauvaise intention. Ce n'est pas devant un auditoire tel que celui-ci, que je crois avoir besoin de rectifier une méprise si grossière; et le détail très-court où je vais entrer, n'a pour objet que de rapprocher de notre mémoire quelques circonstances, nécessaires pour avoir une parfaite intelligence de l'état des choses, au moment où Cicéron parlait.

Vous vous rappelez tous, citoyens, la première catilinaire : *Quousque tandem*, etc. c'est la plus connue de toutes. Mais il faut avoir une idée exacte de ce qui se passa depuis entre cette première catilinaire et la quatrième.

Ce fut sans doute la première punition de Catilina, d'avoir à essuyer cette foudroyante harangue. En venant au sénat, il s'exposait à cette tempête. Il n'y avait aucun moyen d'interrompre un consul, parlant au milieu des sénateurs, et l'usage ne permettait pas même d'interrompre un sénateur opinant. Cependant, ni la voix de Cicéron, ni celle de la conscience, ne purent intimider assez Catilina pour lui ôter le courage de répliquer : il prit une contenance hypocrite, et se leva pour répondre ; mais à peine eût-il dit quelques phrases vagues, que Salluste nous a conservées, et qui portent sur l'opinion que doit donner de lui sa naissance, opposée à celle de Cicéron, que les murmures, s'élevant de tous côtés, lui firent bien voir qu'on ne reconnaissait plus en lui les privilèges d'un sénateur. Bientôt un cri général l'empêcha de poursuivre ; les noms de parricide et d'incendiaire retentissaient à ses oreilles : il fallut alors jeter le masque ; et n'étant plus maître de lui, il laissa pour adieux au sénat ces paroles furieuses, citées par plusieurs historiens, et dont l'énergie est remarquable : » Puisque je suis poussé à bout par les ennemis qui » m'environnent, j'éteindrai sous des débris l'incen- » die qu'on allume autour de moi ».

L'évènement justifia la politique de Cicéron. La nuit suivante, Catilina sortit de Rome avec 300 hommes armés, et alla se mettre à la tête des troupes de Mallius. On sait quelle fut l'issue de cette guerre, et que dans cette sanglante bataille où il fut défait, ses soldats se firent presque tous tuer, et délivrèrent Rome et l'Italie de ce qu'elles avaient de plus vicieux et de

plus à craindre pour leur repos. Si l'on demande pourquoi Catilina, devant qui Cicéron avait manifesté ses intentions et ses vues, prend précisément le parti que le consul desirait qu'il prît, c'est qu'il n'y en avait pas un autre pour lui ; c'est que tout étant découvert, et Rome si bien gardée qu'il ne lui était guères possible d'y rien entreprendre, il n'avait plus de ressource que la force ouverte, et l'armée de Mallius.

Dès qu'il fut parti, Cicéron monta à la tribune aux harangues, et rendit compte au peuple romain de tout ce qui s'était passé : c'est le sujet de la seconde catilinaire. L'orateur s'y propose principalement de dissiper les fausses et insidieuses alarmes que les partisans secrets de Catilina affectaient de répandre en exagérant ses ressources et le danger de la république. Cicéron oppose à ces insinuations, aussi lâches que perfides, le tableau fidèle des forces des deux partis, et le contraste de la puissance romaine, et d'une armée de brigands désespérés. En effet, il était évident qu'on ne pouvait craindre de Catilina qu'un coup de main, qu'un de ces attentats subits et imprévus, qui peuvent bouleverser une ville. Ce n'était que dans Rome qu'il était vraiment redoutable: réduit à faire la guerre, il devait succomber. Ainsi tout concourt à faire voir que les vues de Cicéron furent aussi justes, que sa conduite fut noble et patriotique.

Celle des conjurés fut si imprudente, qu'elle précipita leur perte long-tems avant celle de leur chef. Il avait laissé dans Rome Lentulus et Cethégus, et quelques autres de ses principaux confidens, pour

épier

épier le moment de se défaire, s'il était possible, de cet infatigable consul, le plus grand obstacle à tous leurs desseins, pour mettre le feu dans Rome, et attaquer le sénat à l'instant où Catilina se montrerait aux portes avec son armée, enfin pour grossir jusques-là leur parti par tous les moyens imaginables. Ils essayèrent d'y entraîner les députés des Allobroges, et leur mirent un plan de la conjuration avec leur signature. Tout fut porté sur le-champ à Cicéron. Muni de ces pièces de conviction, il convoque le sénat, mande chez lui Lentulus, Céthégus, Céparius, Gabinius et Statilius, qui ne se doutant pas qu'ils fussent trahis, se rendent à ses ordres. Il s'empare de leur personne, et les mène avec lui au sénat, où il fait introduire d'abord les députés des Allobroges. On entend leur déposition; on ouvre les dépêches : les preuves étaient claires : les coupables sont forcés de reconnaître leur seing et leur cachet. C'est à cette occasion que l'on rapporte une bien belle parole de Cicéron à Lentulus. Ce conjuré était de la famille des Córnéliens, la plus illustre de Rome : lui-même était alors préteur; son cachet représentait la tête de son ayeul, qui avait été un excellent citoyen. *Le reconnaissez-vous, ce cachet* ? lui dit le consul. *C'est l'image de votre ayeul, qui a si bien mérité de la république. Comment la seule vue de cette tête vénérable ne vous a-t-elle pas arrêté, au moment où vous alliez vous en servir pour signer le crime ?*

Le sénat décerne des récompenses aux Allobroges, des actions de grace et des honneurs sans exemple

au consul, on ordonne les fêtes appelées *Supplications*, qui, après le triomphe, étaient le prix le plus honorable des victoires. Cicéron harangue le peuple, et lui expose tout ce qui s'est fait dans le sénat, et de quel péril Rome vient d'être délivrée; c'est là troisième Catilinaire. Enfin il ne s'agissait plus que de décider du sort des coupables. Silanus, désigné consul pour l'année suivante, opine à la mort. Son avis est suivi de tous ceux qui parlent après lui, jusqu'à César, qui opine à la prison perpétuelle et à la confiscation des biens. Il avait déjà un grand crédit, et son opinion pouvait entraîner d'autant plus de voix que ceux même qui étaient le plus attachés à Cicéron, craignant que quelque jour on ne lui demandât compte du sang des citoyens, qui dans les formes ordinaires, ne pouvaient être condamnés à mort que par le peuple, paraissaient incliner à l'indulgence, pour ne pas exposer un grand homme qu'ils chérissaient. Ils semblaient chercher dans ses yeux l'avis qu'ils devaient ouvrir. Cicéron s'apperçut du danger nouveau que courait la république dans ce moment de crise : il savait que les amis et les partisans des conjurés ne s'occupaient qu'à se mettre en état de forcer leur prison; et si le sénat eût molli dans une délibération si importante, c'en était assez pour relever le parti de Catilina. L'intrépide consul prit la parole, et c'est dans cette harangue, qui est la quatrième Catilinaire, qu'il a le plus manifesté l'élévation de ses sentimens, et ce dévouement d'une ame vraiment romaine, qui n'igno-

tait pas ses propres périls, et qui les bravait pour le salut de l état.

« Je m'apperçois, pères conscripts, que tous les » yeux sont tournés sur moi, que vous êtes occupés » non-seulement des dangers de la république, mais » des miens. Cet intérêt particulier, qui se mêle au » sentiment de nos malheurs communs, est, sans » doute, un témoignage bien doux et bien flatteur; » mais je vous en conjure, au nom des dieux, ou- » bliez-le entièrement, et laissant à part ma propre » sûreté, ne songez qu à la vôtre et à celle de vos » enfans. Si telle est ma condition, que tous les » maux, toutes les afflictions, tous les revers doivent » se rassembler sur moi seul, je les supporterai » non-seulement avec courage, mais avec joie, pourvu » que, par mes travaux, j'assure votre dignité et le » salut du peuple romain. Depuis qu'il m'a décerné » le consulat, vous le savez, les tribunaux, sanctuaire » de la justice et des lois, le Champ de Mars, consa- » cré par les auspices, l'assemblée du sénat, qui est le » refuge des nations, l'asyle des dieux pénates, » regardé comme inviolable, le lit domestique où » tout citoyen repose en paix, enfin ce siége d'hon- » neur, cette chaire curule, ont été pour moi un théâtre » de dangers renaissans et d'alarmes continuelles; » c'est à ces conditions que je suis consul. J'ai souf- » fert, j'ai dissimulé, j'ai pardonné: j'ai guéri plu- » sieurs de vos blessures en cachant les miennes; » et si les dieux ont arrêté que ce serait à ce prix » que je sauverais du fer et des flammes, de toutes » les horreurs du pillage et de la dévastation, Rome

» et l'Italie, vos femmes, vos enfans, les prêtresses
» de Vesta, les temples et les autels ; quel que soit le
» sort qui m'attend, je suis prêt à le subir. Lentulus
» a bien pu croire que la destruction de la république
» était attachée à sa destinée et au nom Cornélien :
» pourquoi ne m'applaudirai je pas que l'époque de
» mon consulat ait été fixée par les destins pour sauver
» la république ? Ne pensez donc qu'à vous-mêmes ;
» pères conscripts, et cessez de penser à moi. D'abord
» je dois espérer que les dieux, protecteurs de cet
» empire, m'accorderont la récompense que j'ai
» méritée ; mais s'il en arrivait autrement, je mourrai
» sans regret ; car jamais la mort ne peut être ni
» honteuse pour un homme courageux, ni prématurée
» pour un consulaire, ni à craindre pour le sage. Ce
» n'est pas que je me fasse gloire d'être insensible aux
» larmes de mon frère qui est ici présent, à la douleur
» que vous me témoignez tous ; que ma pensée ne se
» reporte souvent sur la désolation où j'ai laissé chez
» moi une épouse et une fille également chères,
» également frappées de mes dangers, un fils encore
» enfant, que Rome semble porter dans son sein,
» comme un garant de ce que lui doit mon consulat ;
» que mes yeux ne se retournent sur un gendre qui,
» dans cette assemblée attend, ainsi que vous, avec
» inquiétude, l'évènement de cette journée. Je suis
» touché de leur situation et de leur sensibilité, je
» l'avoue ; mais c'est une raison de plus pour que
» j'aime mieux les sauver tous avec vous, même
» quand je devrais périr, que de les voir enveloppés
» avec vous dans une même ruine. En effet, pères

» conscripts, regardez l'orage qui vous menace, si
» vous ne le prévenez. Il ne s'agit point ici d'un
» Tibérius Gracchus, qui ne voulait qu'obtenir un
» second tribunat; d'un Caïus, qui ameutait dans les
» comices les tribus rustiques ; d'un Saturnius , qui
» n'était coupable que du meurtre d'un seul citoyen ,
» (de Memmius.) Vous avez à juger ceux qui ne sont
» restés dans Rome que pour l'incendier, pour y
» recevoir Catilina, pour vous égorger tous : vous
» avez dans vos mains leurs lettres, leurs signatures ,
» leur aveu : ils ont voulu soulever les Allobroges,
» armer les esclaves , introduire Catilina dans nos
» murs : en un mot, leur dessein était qu'après nous
» avoir fait périr tous, il ne restât pas un seul citoyen
» qui pût pleurer sur les débris de l'état. Voilà ce qui
» est prouvé, ce qui est avoué : voilà sur quoi vous
» avez déjà prononcé vous-mêmes , pères conscripts.
» Et que faisiez-vous, en effet, quand vous avez porté,
» en ma faveur, un décret d'action de graces pour
» avoir découvert et prévenu une conspiration de
» scélérats, armés contre la patrie ; quand vous
» avez forcé Lentulus à se démettre de la préture ;
» quand vous l'avez mis en prison, lui et ses com-
» plices ; quand vous avez ordonné une *supplication*
» aux dieux, honneur qui, jusqu'à moi, n'a jamais
» étéaccordéqu'auxgénérauxvainqueurs; enfin quand
» vous avez honoré des plus grandes récompenses la
» fidélité des Allobroges? Tous ces actes si solemnels,
» si multipliés, ne sont ils pas la condamnation des
» conjurés ? Cependant puisque j'ai cru devoir mettre
» l'affaire en délibération devant vous, puisqu'il s'agit

» de statuer sur la peine due aux coupables, je vais » vous dire, avant tout, ce qu'un consul ne doit pas » vous laisser ignorer. Je savais bien qu'il régnait dans » les esprits une sorte de vertige et de fureur ; que » l'on cherchait à exciter des troubles; que l'on avait » de pernicieux desseins; mais je n'ai jamais cru, je » l'avoue, que des citoyens romains pussent former de » si abominables complots. Si vous croyez que peu » d'hommes y aient trempé, pères conscripts, vous » vous trompez. Le mal est plus étendu que vous ne » le croyez. Il a non-seulement gagné l'Italie, il a » passé les Alpes, il s'est glissé sourdement dans les » provinces : les lenteurs et les délais ne peuvent que » l'accroître : vous ne sauriez trop tôt l'étouffer, et » quelque parti que vous choisissiez, vous n'avez » pas un moment à perdre : il faut prendre votre réso» lution avant la nuit ».

Il discute en cet endroit l'avis de Silanus et celui de César, toujours avec les plus grands ménagemens pour ce dernier. Il a même l'adresse de faire sentir qu'il ne faut pas croire que son avis ait été dicté par une indulgence criminelle. Il entre habilement dans la pensée de César, qui, ne voulant pas avoir l'air d'épargner les conjurés, avait paru regarder la captivité perpétuelle, comme une peine beaucoup plus sévère que la mort, qui n'est que la fin de tous les maux. Il appuie sur cette idée, et n'insiste sur la peine de mort, que parce que les circonstances et l'intérêt de l'état la rendent nécessaire. Après ce détail, il semble prendre de nouvelles forces, pour donner au sénat tout le courage dont il est lui-même animé; et

cette dernière partie de son discours inspire cet intérêt mêlé d'admiration, qui est un des plus beaux effets de l'éloquence.

« Je ne dois pas vous dissimuler ce que j'entends » tous les jours : de tout côté viennent à mes oreilles » les discours de ceux qui semblent craindre que je » n'aie pas assez de moyens, assez de forces pour » exécuter ce que vous avez résolu. Ne vous y trom» pez pas, pères conscripts ; tout est préparé, tout » est prévu, tout est assuré, et par mes soins et ma » vigilance, et plus encore par le zèle du peuple ro» main qui veut conserver son empire, ses biens et sa » liberté. Vous avez pour vous tous les ordres de l'état : » des citoyens de tout âge ont rempli la place pu» blique et les temples, et occupent les avenues qui » conduisent au lieu de cette assemblée ; c'est qu'en » effet cette cause est la première, depuis la fonda» tion de Rome, où tous les citoyens n'aient eu qu'un » même sentiment, qu'un même intérêt, excepté » ceux qui, trop sûrs du sort que leur réservent les » lois, aiment mieux tomber avec la république que » de périr seuls. Je les excepte volontiers, je les sé» pare de nous ; ce ne sont pas nos concitoyens, ce » sont nos plus mortels ennemis. Mais tous les autres, » grands dieux ! avec quelle ardeur, avec quel cou» rage, avec quelle affluence ils se présentent pour » assurer la dignité et le salut de tous ! Vous parle» rai-je des chevaliers romains qui, vous cédant le » premier rang dans l'état, ne disputent avec vous » que de zèle et d'amour pour la patrie ? Après les » longs débats qui vous ont divisés, ce jour de dan-

» ger, la cause commune vous les a tous attachés ;
» et j'ose vous répondre que toutes les parties de
» l'administration publique ne doivent plus redouter
» aucune atteinte, si cette union établie pendant
» mon consulat peut être à jamais affermie. Je vois
» ici parmi vous, je vois remplis du même zèle,
» les tribuns de l Épargne ces dignes citoyens qui,
» dans ce même jour, pour concourir à la défense
» générale, ont quitté les fonctions qui les appel-
» laient, ont renoncé au profit de leurs charges, et
» sacrifié tout autre intérêt à celui qui nous rassem-
» ble. Et quel est, en effet, le Romain, à qui l'as-
» pect de la patrie, à qui le jour de la liberté ne
» soient des biens chers et précieux ? n'oubliez pas
» dans ce nombre, les Affranchis, ces hommes qui,
» par leurs travaux et leur mérite, se sont rendus
» dignes de partager nos droits, et dont Rome est
» devenue la mère, tandis que ses enfans les plus
» illustres par leur nom et leur naissance, ont voulu
» l'anéantir. Mais, que dis-je des Affranchis ? il n'y
» a pas même un esclave, pour peu que son maître
» lui rende la servitude supportable, qui n'ait
» les conjurés en horreur, qui ne desire que la répu-
» blique subsiste, et qui ne soit prêt à y contribuer
» de tout son pouvoir. N'ayez donc aucune inquié-
» tude, pères conscripts, de ce que vous avez en-
» tendu dire, qu'un agent de Lentulus cherchait
» à soulever les artisans et le petit peuple. Il l'a
» tenté, il est vrai, mais vainement ; il ne s'en est
» pas trouvé un seul assez dénué de ressources, ou
» assez dépravé de caractère, pour ne pas desirer de

» jouir tranquillement du fruit de son travail journa-
» nalier, de sa demeure et de son lit. Toute cette
» classe d'hommes ne peut même fonder sa subsis-
» tance que sur la tranquillité publique : leur gain
» diminue, quand leurs atteliers sont fermés; que se-
» rait-ce s'ils étaient embrâsés ? Ne craignez donc
» pas que le peuple romain vous manque : craignez
» vous-mêmes de manquer au peuple romain. Vous
» avez un consul que les dieux, en l'arrachant aux
» embûches et à la mort, n'ont pas conservé pour lui-
» même, mais pour vous. La patrie commune, me-
» nacée des glaives et des flambeaux, par une conju-
» ration impie, vous tend des mains suppliantes; elle
» vous recommande le capitole, les feux éternels de
» Vesta, garans de la durée de cet empire; elle vous
» recommande ses murs, ses dieux, ses habitans.
» Enfin c'est sur votre propre vie, sur celle de vos
» femmes et de vos enfans, sur vos biens, sur la
» conservation de vos foyers, que vous avez à pronon-
» cer aujourd'hui. Songez combien il s'en est peu
» fallu que cet édifice de la grandeur romaine, fondé
» par tant de travaux, élevé si haut par les dieux,
» n'ait été renversé dans une nuit. C'est à vous de
» pourvoir à ce que désormais un semblable attentat
» ne puisse, je ne dis pas être commis, mais même être
» médité. Si je vous parle ainsi, pères conscripts, ce
» n'est pas pour exciter votre zèle, qui va sans doute
» au devant du mien ; c'est afin que ma voix, qui
» doit être la première entendue, s'acquitte en votre
» présence des devoirs de votre consul. Je n'ignore
» pas que je me fais autant d'ennemis implacables

qu'on rassure les faibles, qu'on encourage les bons ; en un mot, que l'ame d'un seul homme devient celle de toute une assemblée, de tout un peuple. La sentence de mort fut prononcée d'une voix presque unanime, et exécutée sur le champ. Cicéron un moment après trouva les partisans, les amis, les parens des conjurés encore attroupés dans la place publique: ils ignoraient le sort des coupables, et n'avaient pas perdu toute espérance. *Ils ont vécu*, leur dit le consul en se tournant vers eux ; et ce seul mot fut un coup de foudre qui les dissipa tous en un moment. Il était nuit : Cicéron fut reconduit chez lui, aux acclamations de tout le peuple, et suivi des principaux du sénat. On plaçait des flambeaux aux portes des maisons pour éclairer sa marche ; les femmes étaient aux fenêtres pour le voir passer, et le montraient à leurs enfans. Quelque tems après, Caton devant le peuple, et Catulus dans le sénat, lui décernèrent le nom de père de la patrie, titre si glorieux, que dans la suite la flatterie l'attacha à la dignité impériale ; mais que Rome libre, dit heureusement Juvénal, n'a donné qu'au seul Cicéron. Tous ces faits sont si connus, nous sont si familiers, dès nos premières études, que je ne les aurais pas même rappellés, s'ils ne faisaient une partie nécessaire de l'objet qui nous occupe et des ouvrages que nous considérons; et j'ai pu m'y refuser, d'autant moins qu'il est plus doux, en faisant l'histoire du génie, de faire en même tems celle de la vertu ; et qu'il est plus utile de rappeler le passé, quand il est la leçon du présent.

N'oublions pas, en finissant, d'observer combien cette sensibilité dont Cicéron se fait honneur et avec tant de raison, quand il parle de sa femme, de son fils, de ces proches, est noble intéressante, patriotique. Qu'elle est loin de cette férocité brutale qui semble ne connaître de patrie qu'en ne reconnaissant plus la nature ! Cicéron ne dit pas (remarquez-le bien, citoyens,) *ma f mme et mes enfans ne me sont rien : je je les poignarderais moi même, je les conduirais à l'échafaud, si leur civisme m'était suspect.* S'il eût été capable de parler ainsi devant des Romains, on aurait reculé d'horreur : cet abominable langage n'a jamais été connu parmi les hommes, qu'à l'époque dont nous sortons.

Il dit : ma femme, mon fils, mon gendre me sont bien chers ; je les porte dans mon cœur : mais quand il l'a fallu, je leur ai préféré ma patrie. Et voilà le langage d'un citoyen. Qu'aurait en effet à sacrifier au devoir celui qui n'aurait pas dans l'ame un sentiment naturel ? C'est un excès de démence atroce, ignoré jusqu'à nous, de regarder exclusivement comme citoyens tous ceux qui n'ayant rien à perdre, sous quelque rapport que ce soit, n'ont aucune raison d'appartenir à rien, ceux qui se prétendent patriotes uniquement parce qu'ils ne sont pas même des hommes.

ART DE LA PAROLE.

SICARD, *Professeur.*

SICARD. La troisième épreuve que je vous avais annoncée à la dernière séance, va se faire devant vous ; nous en avons fait deux que je vais vous rappeler. La première a été celle-ci : mon éleve a écrit sous la dictée des signes, les phrases dont vous avez fait choix vous-mêmes. La seconde épreuve a été de faire des questions auxquelles mon élève a répondu. La troisième va être celle-ci (c'est la moins équivoque) : vous allez faire des actions devant lui, il va regarder ces actions, et il en rendra compte ; pour cela il faut savoir retenir les images dont on est témoin ; il faut connaître les signes de ces images et la valeur relative de ces signes ; il faut ensuite que le sourd-muet sache exprimer dans une langue qui n'est pas la sienne, les actions dont on l'a rendu le témoin ; et quand un élève sait rendre ses idées dans une langue qui n'est pas la sienne, vous conviendrez qu'il faut qu'il sache cette langue : le sourd-muet va justifier ce que j'annonce là.

Il faut que quatre ou cinq élèves-instituteurs se donnent la peine de passer dans l'enceinte, et qu'ils fassent ensemble les actions qu ils voudront, que le actions soient bien distinctes, qu'elles ne se fassent pa

à la fois, mais d'une manière successive; mon élève vous verra agir et viendra en rendre compte; je vais lui dire seulement que ce sont des actions qu'on va faire; il faut que ceux qui voudront prendre cette peine me donnent leurs noms avant de commencer.

(Les citoyens Perny, Maubriac, Bourdon, Robcis passent dans l'enceinte, et après avoir donné leurs noms, font des actions dont le sourd-müet rend compte en ces termes :)

„ Le citoyen Bourdon a tiré un billet de sa poche,
„ et en le lisant, il s'est levé; ensuite il a replié ce
„ billet.

„ Le citoyen Perny s'étant levé aussi, a lu une
„ lettre qu'il avait tirée de sa poche, l'a déchirée
« en deux morceaux, l'a jettée par terre et enfin l'a
„ foulée aux pieds.

« Le citoyen Maubriac qui s'est levé a pris son
„ chapeau, et en se rasseyant l'a remis sur sa tête.

„ Le citoyen Robcis qui s'est levé aussi a mis son
„ mouchoir sur sa poitrine et sous son gilet, a ou-
„ vert sa tabatière qu'il avait prise avec son chapeau;
„ il a pris une prise *du* tabac et m'en a offert; mais
„ en le remerciant, je lui ai dit que je n'aimais pas
„ en prendre, et que le tabac n'était pas convenable
„ à mon nez.

Sicard. Citoyens, il vient de se passer quatre actions dont vous avez été temoins, sur lesquelles il est impossible qu'on ait pu vous faire illusion.

Quatre d'entre vous que je n'avais pas prévenus ; et que je ne connaissais pas, sont passés dans l'enceinte et ont fait des actions que vous avez vues vous-mêmes. Le sourd-muet qui a regardé faire ces actions, et à qui je n'ai fait aucun signe, vient d'écrire ces actions, dans la langue française ; je suis resté à ma place. sans regarder le sourd-muet; on n'a donc pu vous faire illusion, sur ces quatre choses. Il faut maintenant que je lise tout haut les actions qu'il vient d'écrire; et comme vous avez vu les actions, vous comparerez ce récit avec les faits dont vous avez été témoins.

(*Le professeur lit ce qui est écrit sur la planche noire.*

Mon élève a fait d'abord une première faute de grammaire ; car il a écrit DU *tabac* ; *il a pris une prise du tabac* : voici comment je fais pour le reprendre. Je vais lui demander *de quel tabac* ; la réponse qu'il faudra qu'il me fasse, lui fera appercevoir qu'il s'est trompé, et il est possible qu'au lieu de me répondre, il corrige sa faute, et écrive *de* au lieu de *du*.

« Le professeur a fait la question, et l'élève a en » effet corrigé aussi-tôt sa faute, et écrit *de tabac* au » lieu de *du tabac*.

Mon élève a fait une autre faute : *je n'aime pas en prendre.* Je ne sais pas pourquoi, mais je soupçonne que c'est la règle de l'analogie grammaticale qui lui fait faire cette faute-là, et voici comment : j'enseigne au sourd-muet que souvent les infinitifs des verbes sont pris dans les phrases pour des objets d'action, comme quand on dit, par exemple, *je veux lire*, le mot *lire* est l'objet d'action du mot *je veux*, et

et c'est comme si l'on disait : *je veux la lecture*, cela voudrait dire pour lui : *je n'aime pas prise de tabac*, *je n'aime pas prendre de tabac*.

C'est qu'ordinairement entre deux verbes, dont le second est l'objet d'action du premier, on ne place jamais de préposition dans aucune langue, excepté dans l'italienne, quand le premier des deux verbes exprime un mouvement, comme dans cet exemple :

Io vengo da vedere le maraviglie di Parigi.

Je viens voir les merveilles de Paris.

Io vengo da vedere il jardino nationale.

Je viens de voir le jardin national.

Mais hors ces cas là, et quand le premier verbe n'exprime point de mouvement, le second est alors son objet d'action, ou, comme on disait autrefois, son régime. Une préposition placée entre les deux verbes, semblerait arrêter la force active du premier qui ne veut point être interrompue dans sa course, et qui veut se porter sans obstacle sur le second; et voilà pourquoi, citoyens, mon élève, dans la distribution des chiffres qui servent à fixer la valeur relative des mots dans la proposition, a écrit le chiffre 3 sur *prendre* comme il écrivait 3 sur *table* dans cette phrase ci :

b 1 2 3
THOURON *regarde* TABLE.

Vous observerez une chose qu'observe le représentant du peuple, c'est que pour un étranger il a le style assez correct; c'est assez juste, on l'entend, il y a même fort peu de fautes, comme vous voyez; j'ai reçu à ce propos une lettre d'un d'entre vous, qui mé-

rite une grande considération, parce que j'y trouve une difficulté et une objection qui vont me mettre dans le cas de vous expliquer une partie de cette méthode, la partie la plus importante sans doute; voici cette lettre :

« Citoyen, dans votre dernière leçon du 17, vous » avez levé plusieurs doutes sur la communication » d'idées, dans laquelle vous vous trouvez avec le » sourd-muet; c'est un nouveau jour que vous avez » répandu sur cette intéressante et importante instruc- » tion : vous avez distingué trois classes d'expression » de nos idées.

« 1°. Désignation des objets qui se présentent à » nos sens.

« 2°. Expression des idées spirituelles ou des abs- » tractions.

« 3°. Expression de nos affections.

« Vous nous avez dit, et je conçois aisément que » le sourd muet a beaucoup d'adresse pour désigner » des objets qui se présentent aux sens, ainsi que » pour exprimer les affections. Il y a trois ans que » j'ai vu exprimer à MASSIEU les nuances de la *volon-* » *té*, du *désir*, de *l'amour*, etc., avec infiniment » d'exactitude; reste l'expression des idées spirituel- » les, ou des abstractions, et il faut convenir que ces » idées lui sont familières : il y en a même plusieurs, » et ce sont les plus abstraites, telles que l'idée de » *l'espace*, du *tems*, des *mesures*, etc., dont nous » nous servons à tout moment dans le discours; à » présent je vous demande, citoyen, si le sourd-

» muet a ces différentes idées, et s'il peut les expri-
» mer sans votre secours.

SICARD. (Je réponds à cela affirmativement, et je le prouverai tout-à-l'heure).

« Si c'est encore vous qui apprenez de lui, et si le
» sourd muet devient en quelque sorte votre institu-
» teur.

SICARD. (Je répondrai que je suis alternativement instituteur et élève; je suis son élève pour les signes, et son maître pour les formes de nos phrases.)

« Je conçois que quatre sourds-muets qui ne se
» seraient jamais vus, et qui se rencontreraient par
» hazard, pourraient bientôt s'entendre sur les idées
» d'objets matériels et sur les affections; mais com-
» ment s'arrangeraient ils pour les idées abstraites?
» Vous me rendrez grand service, ainsi qu'à plusieurs
» de mes collègues, en nous communiquant, en
» détail, vos observations sur cet objet.

SICARD. Cela me paraît très-important, parce que c'est toujours ce doute là qui doit l'élever dans les bons esprits, à la vue des sourds-muets qui paraissent instruits. Comment par le moyen des signes physiques exprimons-nous des idées purement métaphysiques? Comme il y a plusieurs questions dans cette lettre, je crois qu'il faut répondre successivement à chacune. Voici la première : les sourds-muets ont-ils l'idée de l'espace, du tems et des mesures? Nous allons nous en assurer en l'interrogeant. Je vais lui demander

ce que c'est que l'espace ; il y a plusieurs manières de le lui demander, celle des signes et celle de l'écriture : celle de l'écriture est celle qui peut moins vous tromper, parce que vous pouvez en juger, au lieu que vous ne pourriez pas juger de mes signes. Je vais donc l'interroger, en écrivant en l'air.

(Ici le professeur écrit du doigt, en l'air, et en figurant les lettres des mots : qu'est-ce que l'espace ?)

Le sourd-muet lit cette écriture faite en sens contraire pour lui et qui s'efface à mesure qu'elle est tracée.

D. Sicard. Qu'est-ce que l'espace ?

R. Massieu. C'est un intervalle de l'étendue qui a deux bouts, depuis l'un jusqu'à l'autre.

Je vais lui demander ce que c'est que le *tems*, toujours en écrivant en l'air.

D. Qu'est-ce que le tems ?

R. Massieu. C'est la quantité discrète et successive qui sert de mesure à la durée des êtres.

Comme je ne lui dicte point ses réponses, il ne donne jamais la même définition.

Duchesne. Je demande que vous veuilliez bien faire remarquer à l'assemblée, un fait qu'il est peut-être bon de consigner dans le journal sténographique ; c'est que pour écrire le mot *intervalle*, le sourd-muet s'est dicté à lui-même les lettres, il a commencé par

les mettre dans sa langue et à les traduire ensuite dans la nôtre.

SICARD. C'est fort bon à remarquer. Un citoyen me prie de demander ce que c'est que *l'étendue ;* je vais le lui demander : mais comme il y a une autre question parfaitement liée à la première, je vais d'abord lui faire celle-là ; il nous a dit ce que c'est que le *tems ;* je vais lui demander ce que c'est que *la durée qui n'a pas de bornes.*

D. SICARD. Qu'est-ce que la durée qui n'a pas de bornes ?

R. Massieu. C'est l'ÉTERNITÉ.

Un élève. Je désirerais savoir quelle idée il attache au mot *discrète.*

SICARD. Le citoyen me demande qu'elle est l'idée que le sourd-muet attache au mot *discret* : j'ai moi-même quelque doute sur l'intelligence qu'il peut avoir de ce mot ; je lui ferai cette question après celle-ci qui m'a été proposée :

D. SICARD. Qu'est-ce que l'étendue ?

R. Massieu. C'est tout ce qui est composé, corporel, matériel, et dont toutes les parties s'étendent et sont hors les unes des autres, et unies entr'elles.

D. Qu'est ce qu'une quantité discrète ?

R. *Massieu.* C'est celle qui est déterminée, indiquée et qui peut être comptée.

Sicard. Un des élèves instituteurs me dit qu'il voudrait bien avoir une lettre écrite de la main de mon élève. Je vous en apporterai une à la prochaine séance; c'est précisément une lettre à sa mère, vous verrez le style d'un sourd-muet : voici l'autre question qui m'est faite dans la même lettte. « Je voudrais » savoir si les muets connaissent les mesures ».

Je vais lui demander ce que c'est qu'une mesure. Remarquez encore ici qu'il commence par traduire dans sa langue avant d'écrire dans la nôtre; cela confirme ce que j'ai dit plusieurs fois, qu'on pense toujours dans sa langue.

R. *Massieu.* C'est une règle qui sert à connaître les dimensions des corps; ces dimensions sont :

Longueur,
Largeur,
Profondeur.

Je répondrai aux autres questions de la lettre à la prochaine séance. Je vous apprendrai aussi l'alphabet du sourd-muet.

HISTOIRE NATURELLE.

DAUBENTON, *Professeur.*

Démonstration des principaux organes du bois (1).

La conformation intérieure des végétaux est moins connue que celle de la plûpart des animaux, parce qu'il est plus difficile de développer leurs organes; on peut distinguer les viscères des grands animaux; on parvient à les détacher les uns des autres : mais il est très-difficile de reconnaître les parties intérieures des végétaux; plus ils ont de volume, moins leurs organes sont apparens. Les différentes parties du tronc des arbres deviennent si dures, prennent tant d'adhérence les unes avec les autres, qu'elles semblent être réunies en une seule masse.

Cependant on a commencé à décrire les principaux organes des plantes, et l'on est parvenu à reconnaître quelques-uns des moyens que la nature emploie pour la végétation. Ces connaissances doivent être regardées comme les vrais élémens de la botanique.

On pourrait croire qu'il faudrait commencer cette

(1) Ces observations ont été lues à l'académie des sciences en 1792; je les ai communiquées à trois professeurs qui en ont fait usage dans des cours publics.

étude par la germination des semences, passer ensuite au développement de la racine, de la tige et des branches, et finir par les fleurs et les fruits. Mais cette marche, qui est la plus naturelle, serait la moins favorable pour arriver à la connaissance des différentes parties des vegétaux.

Les plantes ne montrent pas, au sortir du germe, toutes les différentes parties qu'elles feront paraître dans la suite, comme la plûpart des animaux au moment de leur naissance. Pour voir l'ensemble des diverses parties des tiges des végétaux, il faut les observer dans le tronc d'un arbre : c'est là que l'on peut les distinguer, et connaître les rapports qu'elles ont entr'elles. Si l'on commençait par observer la plume ou la radicule d'une plante, qui vient de sortir du germe, on ne pourrait appercevoir que les rudimens des parties qui se développent, à mesure que la plante prend de l'accroissement. Nous commencerons donc par l'exposition des parties qui forment le bois et l'écorce.

Choix du bois le plus convenable pour la démonstration des principaux organes de cette substance.

Les organes des nouvelles pousses des plantes sont si faibles, ils ont si peu de consistance, qu'il serait difficile de les distinguer : comment pourrait-on reconnaître les rudimens de ces organes qui sont encore en mucilage, et qui ne doivent se développer et s'affermir qu'avec l'âge ? Quoiqu'il y ait aussi beaucoup de difficulté à les séparer les uns des autres, sans les

défigurer, lorsqu'ils sont entièrement formés, et que le bois est parvenu au point de perfection et de solidité qu'il doit avoir, il est absolument nécessaire de l'observer à ce degré d'accroissement pour trouver tous ses organes complets. On a une preuve de cet état de perfection lorsqu'on apperçoit la couleur du bois, qui distingue le cœur de l'aubier, dans les arbres qui ont cette différence de couleur.

Dans la suite, le bois commence à dépérir par la moëlle et par les parties du cœur; le tems de cette altération est appelé l'âge de retour, suivant l'expression des forestiers. Le signe qui l'indique, consiste dans la cadranure, marquée par des fentes dirigées comme les rayons d'un cercle ; elles partent de la moëlle, mais elles ne s'étendent pas jusqu'à l'écorce. Il y a ordinairement deux ou trois de ces fentes ; elles ont quelqu'apparence des lignes d'un cadran; c'est pourquoi on dit que le bois est cadrané. Ce bois n'est pas bon pour l'observation de ses organes, parce qu'ils sont en partie viciés : il faut donc pour cette étude, choisir un bois dont le cœur n'ait point de cadranure.

Les bois le moins bons pour l'observation des organes de cette substance, sont ceux dont le cœur ne diffère pas de l'aubier par la couleur.

Exposition abrégée des principaux organes du bois.

Avant de présenter les objets de la démonstration des principaux organes du bois, il est nécessaire de

faire une exposition abrégée de ces organes, afin qu'il soit plus facile de les reconnaître et de les distinguer les uns des autres, lorsqu'on aura sous les yeux l'ensemble qu'ils forment par leur réunion dans un tronc d'arbre.

Je vais exposer la situation et les caractères apparens des principaux organes du bois en huit articles.

I. La moëlle.

II. Les couches annuelles.

III. Les prolongemens et les appendices médullaires.

IV. Le cœur et l'aubier.

V. L'enveloppe cellulaire et les couches corticales.

VI. Les trachées.

VII. Les vaisseaux propres.

VIII. L'épiderme.

I. *La moëlle.*

Si l'accroissement des arbres était régulier, la moëlle serait au centre du tronc où elle formerait un axe; mais cet axe est porté du côté opposé à celui où le bois prend le plus de croissance, ce qui vient de l'abondance de la sève, attirée par une grosse racine, ou une grosse branche.

La moëlle est reconnaissable en ce qu'elle est composée de vésicules, qui sont plus grandes au centre de la moëlle, que vers sa circonférence. On donne aussi à ces vésicules les noms de cellules, d'utricules, et de parenchyme, qui sont tous synonymes. Dans une jeune pousse d'arbre, la moëlle

est tendre, succulente et verte; ensuite elle devient blanche dans la plûpart des arbres; dans les branches de deux ans, elle paraît desséchée; avec l'âge, le canal médullaire diminue peu-à-peu de diamètre; et enfin dans les gros arbres, on ne voit plus, ni canal, ni substance médullaire, même dans ceux qui avaient le plus de moëlle étant jeunes. Il y a des variétés dans la moëlle de différentes espèces d'arbres pour la figure et la grandeur des vésicules et leur quantité : les arbres qui ont beaucoup de moëlle, n'ont pas toujours de grandes vésicules ; elles sont très-petites dans le sureau.

Dès qu'une nouvelle pousse sort d'un bouton, elle a déjà des indices de son épiderme, et des autres parties qui doivent se développer et se fortifier dans la suite; mais le volume de la moëlle est à proportion le plus grand.

II. *Les couches annuelles.*

La première des couches annuelles enveloppe la moëlle, les autres se forment successivement chaque année : on les voit sur la coupe transversale du tronc, comme des anneaux de différentes épaisseurs ; et plus ou moins irréguliers. Une grande partie de chacune de ces couches, consiste dans des faisceaux de filets ligneux et longitudinaux qui forment une sorte de réseau, parce qu'ils s'écartent et se rapprochent les uns des autres, au point de se toucher à différentes distances. On regarde ces filets ligneux comme des vaisseaux qui charrient la sève; en supposant

que la sève fasse dans les plantes les fonctions de la lymphe dans les animaux : on donne à ces filets la dénomination des vaisseaux lymphatiques ; mais on ne sait pas s'ils sont des tuyaux creux, comme les vrais vaisseaux, ou si ces filets, quoique solides étant réunis en faisceau, laissent entr'eux des vides qui peuvent faire les fonctions de vaisseaux. Un réseau, formé par les vaisseaux de la sève, est appellé réseau ligneux : il a très-peu d'épaisseur ; cependant le bois est en grande partie formé par ces vaisseaux, appliqués circulairement les uns sur les autres.

J'ai trouvé un réseau de fibres ligneuses, dans les plantes grasses : ayant coupé transversalement un tronçon de gros cierge du Pérou, j'apperçus, dans le milieu de la coupe, une ligne circulaire qui me parut être de consistance plus ferme que les autres parties ; je soupçonnai qu'elle pouvait être composée de fibres ligneuses. Quelques jours après, ce tronçon de cierge étant un peu desséché, je vis que les parties molles de la coupe s'étaient retirées, et que la ligne dure qui les débordait, était formée par des petits cylindres : alors je mis le tout tremper dans l'eau. Au bout de quelques jours, l'eau perdit sa transparence ; et après deux ou trois semaines j'essayai de retirer le morceau de cierge, en le saisissant par les petits cylindres qui étaient durs et saillans. La substance molle qui les environnait dans le reste de leur longueur, s'en détacha peu-à-peu en se délayant dans l'eau ; alors je vis avec plaisir que j'en avais retiré une gaîne de neuf lignes de diamètre, formée par des faisceaux de fibres ligneuses, blancs, et disposés en forme de réseaux : je distinguais

les fibres à œil nud; elles me paraissaient opaques et brillantes comme de la soie : mais en les observant au microscope, je vis qu'elles étaient transparentes ; les plus grosses de celles que j'ai mesurées avec un micromètre appliqué au microscope, avaient un quarante-sixième de ligne en diamètre, et les plus petites, un soixante-dixième.

En enlevant l'écorce de bois à dentelle, on apperçoit à l'œil nud, les réseaux dont elle est composée, quoique leurs mailles soient fort serrées. On peut séparer aisément ces réseaux les uns des autres, et élargir les mailles, en étendant les réseaux dans leur largeur. Les faisceaux de fibres paraissent opaques, et sont brillans comme ceux du cierge du Pérou; les fibres étant séparées les unes des autres, et vues au microscope, sont aussi transparentes, mais beaucoup plus fines.

III. *Les prolongemens et les appendices médullaires.*

Ces prolongemens viennent en effet de la moëlle ; ils sont composés, comme elle, de vésicules qui ont ordinairement moins de volume, peut-être, parce qu'elles ont été plus comprimées dans leur formation; je le présumerais volontiers, par l'idée que j'ai de cette formation. On ne doute pas que les prolongemens médullaires ne soient produits par la moëlle; c'est pourquoi on les a aussi appellés productions médullaires.

Je pense qu'un corps vésiculaire, tendant à s'étendre de tous les côtés, et étant entouré dans une nou-

velle pousse par des filets longitudinaux qui font résistance, introduit de place en place entre ces filets des vésicules qui les éloignent les uns des autres dans les endroits où elles se trouvent, et qui forment des mailles : le nom d'insertion, donné par un auteur célèbre, aux prolongemens médullaires, indique cette formation. Si l'on se figure les effets que doivent produire ces insertions de vésicules entre les vaisseaux séveux, on verra que les mailles qu'elles forment doivent être placées, sans ordre, et avoir des figures irrégulières et oblongues.

Au sortir de la moëlle, la plûpart des prolongemens sont frangés, ils semblent avoir été vacillans dans leur direction; ils paraissent peu compactes : leurs bords sont grenus, peut-être parce qu'on y entrevoit les inégalités d'un corps vésiculaire. La plûpart de ces prolongemens médullaires ont la même forme dans toutes les couches annuelles du cœur et de l'aubier; ils sont fort minces, en passant d'une couche annuelle à une autre, ou ils disparaissent: il y en a de fourchus, et d'autres, de figure fort irrégulière : on a donné à ces prolongemens la dénomination d'appendices médullaires.

Les prolongemens connus sous ce nom, ou sous les noms d'insertions, ou de productions médullaires, sont plus épais et plus apparens que les appendices médullaires, leur substance paraît être plus comprimée et leurs bords plus unis; ils sont dirigés à-peu-près comme les rayons d'un cercle, dont la moëlle serait le centre, et l'écorce la circonférence: aussi les a-t-on

comparés aux lignes horaires d'un cadran ; mais la plûpart de ces prolongemens sont courbes.

Lorsqu'on a coupé transversalement un tronc ou une branche d'arbre, on voit peu de prolongement sortir de la moëlle : il y en a qui ne s'étendent, ni jusqu'à la moëlle, ni jusqu'à l'écorce, et plusieurs vont jusqu'à l'écorce, sans aller jusqu'à la moëlle : je crois que tous les prolongemens médullaires seraient apparens dans toute leur étendue, si la scie avait suivi leurs contours. Pour s'en convaincre, il faut considérer une coupe longitudinale prise sur la maille ; on y voit les prolongemens coupés sur leur longueur et leur largeur, et les contours de leurs bords. Si l'on traçait sur ces prolongemens des lignes perpendiculaires au canal de la moëlle, on reconnaîtrait que des coupes qui suivraient ces lignes ne laisseraient paraître les prolongemens que de la manière dont on les apperçoit sur les coupes transversales du bois.

Lorsqu'un tronçon de chêne est coupé et poli dans une direction, qui passe par le centre de la moëlle, et qui par conséquent suit, autant qu'il est possible, la direction des prolongemens et des appendices médullaires, on dit vulgairement que ce bois est fendu sur la maille. On reconnaît les prolongemens médullaires, par de grandes plaques irrégulières et de couleur brune qu'ils forment, tandis que les appendices médullaires ne paraissent que par petites plaques brunes et quarrées, disposées régulièrement entre des fibres ligneuses, de manière que l'on se représente aisément les appendices médullaires, passant entre

ces fibres, comme la trame d'une étoffe dans la chaîne.

IV. *Le cœur et l'aubier.*

On distingue dans le bois de la plûpart des arbres, le cœur et l'aubier : le cœur est marqué sur la coupe transversale du bois, par une couleur différente de celle de l'aubier, ou au moins plus foncée ; c'est le bois le plus dur et le meilleur par sa durée. On regarde l'aubier comme un bois imparfait ; il est sujet à être piqué des vers : il faut le retrancher dans les ouvrages de quelque conséquence. L'aubier environne le cœur, comme une enveloppe circulaire ; l'épaisseur varie dans différens arbres, par plusieurs circonstances, et aussi dans le même arbre et sur la même coupe transversale. Les couches annuelles sont distinctes sur le cœur et l'aubier ; on voit que la couleur qui marque le cœur ne suit pas la même couche, et qu'il y a plusieurs couches qui sont en partie de la couleur de l'aubier, et en partie de celle du cœur ; cette observation semble prouver que cette différence de couleur vient, non-seulement de l'âge, mais aussi de toutes les circonstances qui peuvent accélérer la végétation de l'arbre, et lui donner plus de solidité et de densité d'un côté que de l'autre.

V. *L'enveloppe cellulaire et les couches corticales.*

Cette enveloppe cellulaire est placée entre l'épiderme et l'écorce ; elle est très-mince ; elle a une couleur

couleur verte ; sa substance est vésiculaire comme la moëlle, mais ses vésicules sont plus petites.

Les couches corticales remplissent l'espace qui est entre l'enveloppe cellulaire et l'aubier ; elles forment l'écorce. Cette partie de l'arbre contient des réseaux ligneux, et une substance vésiculaire qui remplit ces mailles comme dans le bois ; mais les mailles des réseaux de l'écorce sont plus grandes, et par conséquent la substance cellulaire plus volumineuse.

Pour avoir quelqu'idée de la formation de l'écorce, il faut d'abord la considérer dans un rameau d'un an : alors, elle ne consiste qu'en une couche de réseaux ligneux, dont les prolongemens de l'enveloppe cellulaire remplissent les mailles. Dans la seconde année, l'écorce s'accroît par une seconde couche de réseaux ligneux, placée entre la première couche et l'aubier, et ainsi de suite dans les autres années. Cependant, les couches de l'écorce ne sont jamais aussi nombreuses que les couches annuelles du bois. La nouvelle couche se formant entre la précédente et le bois qui ne peut pas reculer, il faut que les anciennes couches corticales s'étendent, pour faire place à la nouvelle.

La substance de l'écorce n'est pas aussi serrée, ni aussi dure que celle du bois : lorsque les couches corticales ne sont pas bien vieilles, elles peuvent se relâcher et s'étendre pour faire place aux nouvelles, qui se forment chaque année contre l'aubier ; car il ne peut pas céder de son côté en se resserrant. Mais à un certain âge, les couches corticales deviennent

trop sèches et trop roides pour s'étendre ; elles se cassent et se gercent ; enfin, les injures du tems détruisent peu-à-peu l'épiderme et les couches extérieures de l'écorce des vieux arbres : c'est pourquoi il y a moins de couches corticales que de couches annuelles.

Les gerçures des vieux arbres, par exemple de l'acacia, sont larges et profondes ; elles représentent encore les mailles des réseaux ligneux de l'écorce. A tous les âges, les réseaux de cette partie des arbres sont plus distincts que ceux du bois ; on les a apperçus les premiers, et on est parvenu à tirer de leurs mailles, la substance cellulaire qui les remplit.

V I. *Les trachées.*

Il y a dans le bois des vaisseaux auxquels on a donné le nom de trachées, parce qu'on les a comparés aux trachées des insectes, par rapport à leur structure et à leur fonction. Ces vaisseaux sont des tuyaux dirigés longitudinalement sous la figure d'une colonne torse ; ils sont formés par une bande étroite, mince, transparente et de couleur argentine ; elle est courbée en spirale, de manière que ses bords se touchent à chaque tour, et forment un tuyau dont les surfaces sont inégales, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur : si l'on tire par un bout la bande qui forme une trachée, cette bande s'allonge, de manière qu'elle ressemble à un tire-bourre.

On voit les orifices des trachées sur la coupe transversale d'un tronc de chêne, d'orme, d'acacia, etc. Ils sont rangés circulairement entre les couches an-

nuelles ; on en voit aussi dans l'épaisseur de ces couches, mais ils sont plus petits.

Duhamel n'a pu voir les trachées que dans les jeunes branches herbacées du rosier; pour les découvrir, il conseille d'enlever l'écorce, de prendre un morceau du corps ligneux, de rompre doucement ce morceau et de tirer, dans des sens opposés, les deux pièces en parties détachées; alors on apperçoit, entre ces deux pièces, des filamens très-fins en forme de tire-bourre : ces filamens, vus au microscope, ont paru comme des bandes brillantes, roulées en hélice ou tire-bourre.

J'ai vu les trachées entières et dans leur état naturel. Pour cet effet, déchirez longitudinalement un morceau de bois de chêne ou autre, et exposez-le au soleil ; vous y verrez des points brillans et rangés par files, qui sont les trachées : le brillant n'est pas continu, parce qu'il y a une petite dépression, à chaque tour de spirale, aux endroits où les bords de la lame, dont la trachée est composée, se touchent; ces dépressions font paraître les trachées sous la forme d'une file de vésicules brillantes : elles sont encore plus apparentes à l'aide d'une loupe.

Aucuns des auteurs qui se sont occupés de l'organisation de l'écorce des arbres, n'y a vu des trachées; d'où l'on a soupçonné que l'écorce était de nature différente de celle du bois. Cependant j'ai vu dans l'écorce et dans l'épiderme du chêne des parties brillantes, comme celles des trachées du bois : ces parties brillantes sont plus rares et moins apparentes dans l'écorce, mais leur disposition est la même; elles sont rangées par files longitudinales, qui paraissent for-

mées de globules brillans, et qui ressemblent aux trachées du bois.

Ces observations me font présumer qu'il y a des trachées dans l'écorce; mais, pour en être assuré, il faudrait avoir déroulé la lame spirale qui les forme.

VII. *Les vaisseaux propres.*

On a donné la dénomination de vaisseaux propres à ceux qui charrient une liqueur particulière à chaque espèce de plante: on a comparé cette liqueur au sang des animaux pour ses fonctions; mais ce n'est qu'une présomption qui demande des preuves. On reconnaît la liqueur des vaisseaux propres sur la coupe transversale du bois et de l'écorce, par sa couleur et son odeur qui varient dans différentes espèces de plantes; elle est blanche dans le figuier, rouge dans l'artichaut, jaune dans l'éclair, etc. Cette liqueur paraît en gouttelettes sur les orifices des vaisseaux propres, et indique leur disposition circulaire près de l'épiderme, derrière l'enveloppe cellulaire, ou près du corps ligneux; il y en a aussi dans l'épaisseur de l'écorce, de l'aubier, du bois et de la moëlle; ils sont d'un verd foncé dans plusieurs arbres.

VIII. *L'épiderme.*

Le nom d'épiderme a été donné à l'enveloppe extérieure du tronc, des branches, et des autres parties des arbres par comparaison avec l'épiderme, qui recouvre la peau des animaux; aussi les mots de cuticules, de surpeau et d'épiderme, sont synonymes.

L'épiderme est mince, sec et aride ; on le détache aisément des arbres qui sont en sève ; on l'enlève difficilement, lorsqu'il n'y a point de sève abondante, et il adhère plus fortement aux branches sèches ; mais il se détache de lui-même sur celles qui sont pourries.

L'épiderme a différentes couleurs sur diverses espèces d'arbres, et à différens âges ; il est blanc, gris, cendré, roux ou verd, etc. Le plus souvent, il a de la transparence ; ainsi la couleur de l'enveloppe cellulaire qu'il recouvre, doit influencer sur la sienne.

L'épiderme paraît n'être qu'une membrane unique sur les jeunes branches de la plupart des arbres ; cependant sur d'autres on a vu des indices d'une seconde membrane plus mince, plus verte et plus succulente que la première : on en a enlevé sur le bouleau, au moins six bien distinctes, et peut-être en trouverait-on un plus grand nombre. On présume que l'épiderme est formé par des vésicules desséchées ; en effet, il recouvre l'enveloppe cellulaire.

Il s'étend en tout sens, jusqu'à un certain point, à mesure que l'arbre grossit ; ensuite il se déchire, et enfin, il n'est plus sur les gros troncs que par lambeaux morts et desséchés, qui tombent avec le tems.

L'épiderme doit empêcher le dessèchement de l'enveloppe cellulaire. A l'aide du microscope, on a vu dans l'épiderme des points lumineux que l'on a soupçonné être de petits trous qui pouvaient donner issue à la transpiration.

Manière de façonner un tronçon de tige ou de branche d'environ deux pouces et demi de diamètre, sur cinq pouces de longueur.

Sciez le tronçon à l'équerre sur chaque bout, en ménageant l'écorce, et polissez ces coupes; l'inférieure sera la première face (n°. 1, pl. 2.)

Pour faire la seconde face (n°. 2, pl. 1), il faut scier longitudinalement la partie supérieure du tronçon sur sur la longueur d'un pouce sept lignes; cette coupe doit passer par le centre de la moëlle. Ensuite, on fait une coupe transversale qui tombe à angle droit sur la partie inférieure de la coupe longitudinale, et l'on polit ces deux coupes.

On trace sur la coupe transversale, au crayon, une courbe EGF, entre deux couches annuelles, à environ quatre lignes de distance du centre de la moëlle, à un pouce sept lignes de la première coupe transversale; on en fait une seconde de la même manière, et l'on enlève en déchirant, à l'aide d'un ciseau, le bois qui est entre les deux coupes transversales jusqu'à la courbe EGF, tracée sur la première de ces deux coupes, et jusqu'à l'alignement CD de la coupe longitudinale polie : c'est ainsi que l'on forme la troisième face (n°. 3.)

Polissez ce qui reste de la seconde coupe transversale, et tracez à environ quatre lignes de distance de la courbe de la troisième face, une autre courbe QVX, sur le milieu d'une couche annuelle; coupez ce bois, à l'aide du ciseau, sur la longueur d'un pouce sept lignes, en suivant, autant qu'il est

possible, la direction des fibres ligneuses; on polira le reste de la quatrième face (n°. 4), en suivant l'alignement de la seconde et de la troisième.

La partie inférieure du tronçon, qui déborde au devant de la quatrième face, est de différentes épaisseurs, elle aura jusqu'à deux lignes; mais il faut qu'elle n'ait qu'environ une demi-ligne dans quelqu'endroit un peu étendu, comme RUS, afin que l'on puisse voir le jour au travers des trachées.

La cinquième face (n°. 5) est à l'équerre de la seconde; ainsi, elle coupe à angle droit les prolongemens médullaires. Elle doit avoir trois quarts de pouce, y compris l'écorce, à l'endroit qui se trouve à trois pouces au-dessus de son extrêmité inférieure.

La sixième face (n°. 6, pl. 2) est une coupe dirigée obliquement, depuis l'extrêmité supérieure du tronçon; elle commence à une ligne de distance de la seconde face, et aboutit à trois lignes au-dessus de l'extrêmité inférieure du tronçon.

La septième face (n°. 7) est couverte d'un bout à l'autre par l'écorce.

Echantillons de tiges d'arbres coupés ou déchirés de manière à faire paraître leurs organes en différens sens, avec la citation des espèces d'arbres où chaque organe est plus apparent.

La démonstration des objets de l'histoire naturelle facilite beaucoup l'intelligence de leurs descriptions, et supplée même ce qu'elles laissent à desirer, parce qu'il y a des choses si peu apparentes, que l'on

ne peut pas les décrire, quoiqu'il soit possible de les appercevoir ; souvent les termes manquent pour exprimer des choses que l'on voit distinctement. La description des organes des plantes étant fort sujette à ces inconvéniens, il est d'autant plus nécessaire de perfectionner la démonstration de ces organes ; c'est ce qui m'a déterminé à couper et à déchirer des portions de tiges d'arbres, de manière à faire paraître leurs organes en différens sens : j'ai eu en vue d'épargner, par ce moyen, de la peine et du tems pour l'étude et l'organisation des plantes. J'ai recherché dans un grand nombre d'espèces d'arbres, celles où certains organes sont encore plus apparens que dans le chêne que j'ai toujours préféré, à choses égales.

DÉMONSTRATION

DES PRINCIPAUX ORGANES DES PLANTES.

Arbres à réseaux ligneux.

PREMIÈRE FACE DES ÉCHANTILLONS.

Coupe transversale des arbres à réseaux ligneux.

Sureau........	1. La moëlle.
Sureau........	2. Les vésicules de la moëlle.
Sureau........	3. Les trachées de la moëlle.
Chêne........	4. Les productions médullaires dans le bois.

Chêne........	5.	Des indices de productions médullaires dans l'écorce.
Chêne........	6.	Les appendices médullaires.
Chêne........	7.	Les trachées des appendices médullaires.
Chêne........	8.	Le cœur du bois.
Chêne........	9.	L'aubier.
Chêne........	10.	La place du liber.
Chêne........	11.	L'écorce extensible.
Chêne........	12.	L'écorce gercée.
Sureau........	13.	Le tissu cellulaire.
Prunier.......	14.	L'enveloppe cellulaire.
Prunier.......	15.	L'épaisseur de l'épiderme.
Chêne........	16.	Les couches annuelles du bois.
Peuplier d'Italie	17.	Les feuillets des couches annuelles.
Sureau........	18.	Les couches corticales.
Chêne........	19.	Les cavités des grosses trachées du bois.
Chêne........	20.	Les cavités des petites trachées.
Sapin.........	21.	Les cavités des vaisseaux propres, vides ou remplies.

SECONDE FACE.

Coupe longitudinale prise sur la maille et polie.

Sureau........	22.	La coupe longitudinale de la moëlle polie.
Sureau........	23.	Les vésicules de la moëlle.
Chêne........	24.	La coupe longitudinale polie des productions médullaires.

Chêne......... 25. Le cœur et l'aubier du bois.

Chêne....... 26. Les fibres ligneuses qui passent longitudinalement entre les cellules ou les appendices médullaires.

Chêne......... 27. La coupe longitudinale des grosses trachées.

Chêne......... 28. La coupe longitudinale des petites trachées.

Prunier....... 29. La coupe longitudinale polie de l'épiderme.

Chêne......... 30. La coupe longitudinale polie de l'écorce gercée.

Chêne. ...... 31. La coupe longitudinale polie de l'écorce extensible.

Chêne......... 32. Le brillant des trachées dans l'écorce.

Sapin.......... 33. Les vaisseaux propres.

Chêne........ 34. Le brillant des trachées dans la tranche de l'épiderme.

Troisième Face.

Coupe longitudinale déchirée à l'endroit des grandes cavités des trachées.

Chêne........ 35. Un grand nombre de trachées du bois entières.

Peuplier d'Italie. 36. Les feuillets des couches annuelles de l'écorce.

Sapin......... 37. Les vaisseaux propres.

QUATRIÈME FACE.

oupe longitudinale polie à l'endroit d'une couche annuelle.

hêne........ 38. Les mailles du réseau ligneux entre les productions médullaires.

CINQUIÈME FACE.

Coupe longitudinale polie prise hors de la maille.

hêne........ 39. Les productions médullaires coupées transversalement.

hêne........ 40. Coupe des trachées du bois.

SIXIÈME FACE.

oupe oblique polie, prise de haut en bas et de dedans en dehors.

hêne........ 41. Les productions médullaires coupées obliquement.

hêne........ 42. Les cavités des grosses trachées coupées obliquement.

hêne........ 43. Les couches annuelles coupées obliquement.

SEPTIÈME FACE.

runier....... 44. La face extérieure de l'épiderme.

runier....... 45. La face intérieure de l'épiderme.

Prunier.......	46.	L'enveloppe cellulaire.
Prunier.......	47.	La face extérieure de l'écorce.
Prunier.......	48.	La face intérieure de l'écorce.
Prunier.......	49.	La face extérieure de l'aubier.
Chêne........	50.	Le brillant des trachées dans l'écorce.
Chêne........	51.	*Idem*, dans l'épiderme.

Observations sur la démonstration des organes du bois.

J'ai préféré pour la démonstration des organes du bois des tronçons d'environ deux pouces et demi de diamètre, parce qu'on les manie facilement; mais comme on n'en a pas toujours de cette dimension avec leur écorce qui y est nécessaire, il y aura peu d'inconvénient à en faire façonner de plus petits et de plus gros.

J'ai pris, par préférence, le bois de chêne, parce qu'il est le plus commun et parce qu'on le trouve dans nos bûchers; mais il y a des objets de démonstration que l'on n'y verrait que difficilement; dans ce cas j'indique d'autres bois. Sur 51 observations, il y en a 30 que l'on peut faire sur le chêne, 9 sur le prunier, 7 sur le sureau, 3 sur le sapin, et 2 sur le peuplier d'Italie.

PREMIÈRE FACE.

1. La moëlle.
2. Les vésicules de la moëlle.
3. Les trachées de la moëlle.

Ces trois objets sont plus apparens sur le sureau

que sur le chêne, parce que le sureau a beaucoup de moëlle ; les trachées sont très-remarquables par leur brillant ; j'en ferai mention plus au long n°. 27.

5. Des indices de productions médullaires dans l'écorce.

Ces indices sont très-apparens dans le chêne verd. Mais on les apperçoit aussi dans le chêne.

13. Le tissu cellulaire de l'écorce est plus sensible dans le sureau que dans le chêne, parce que l'écorce du sureau est plus épaisse.

14. L'enveloppe cellulaire.

15. L'épaisseur de l'épiderme.

On voit plus facilement ces deux objets sur le prunier que sur le chêne, parce que l'enveloppe cellulaire du prunier a une belle couleur verte qui la distingue de l'épiderme.

17. Les feuillets des couches annuelles.

Il est bien prouvé que les couches annuelles sont composées de feuillets ; je les ai bien vus sur le bois d'un peuplier d'Italie ; mais ce qui les rendait plus distinctes, c'est que ce bois était altéré par vétusté.

18. Les couches corticales.

Ces objets sont plus apparens dans l'écorce du sureau, que dans celle d'aucun des autres arbres dont j'ai observé l'écorce : je les ai vues aussi sur le chêne.

21. Les cavités des vaisseaux propres, vides ou remplies.

On apperçoit ces cavités dans beaucoup d'arbres ; on voit la substance qu'elles renferment, sur les

arbres résineux. J'en ai vu plusieurs gouttelettes sur la coupe de l'écorce et du bois du thuya. J'indique le sapin pour cette observation, parce que c'est un arbre plus commun.

DEUXIÈME FACE.

22. La coupe longitudinale de la moëlle.

23. Les vésicules de la moëlle.

Il est plus facile de faire ces observations sur le sureau que sur le chêne, par les raisons que j'en ai déjà données plus haut.

24. La coupe longitudinale polie des productions médullaires.

26. Les fibres ligneuses qui passent longitudinalement entre les cellules des appendices médullaires.

Les productions et les appendices médullaires ont une couleur différente de celles des fibres du réseau ligneux, à travers lequel elles passent, de manière que les fibres ligneuses sont dirigées comme la chaîne et les appendices médullaires, comme la trame d'une étoffe : ces appendices sont chatoyantes et, pour ainsi dire, dorées dans quelques espèces d'arbres, tels que les bois satinés et les excroissances ligneuses.

27. La coupe longitudinale des grosses trachées.

Les grosses trachées sont placées entre les couches annuelles et forment des cercles qui séparent ces couches ; on voit leurs cavités sur la coupe horizontale. La coupe longitudinale fait paraître des fentes en partie brunes qui renferment les trachées :

la couleur brune vient des vésicules des appendices médullaires ; les trachées sont très-reconnaissables par leur couleur argentine.

Supplément à la démonstration des principaux organes du bois.

Je me suis permis de donner une nouvelle description des prolongemens et des appendices médullaires, et quelques conjectures sur leur formation au sortir de la moëlle, et sur la formation des mailles des réseaux ligneux : on resterait à jamais dans l'ignorance sur le développement des choses qu'il n'est pas possible d'observer au tems de leur formation, si l'on ne suppléait à l'observation par des conjectures vraisemblables.

J'ai commencé l'exposition des principaux organes du bois par la moëlle ; j'ai continué cette exposition jusqu'à l'écorce ; ensuite j'ai passé à l'enveloppe cellulaire ; je suis revenu jusqu'au bois, et j'ai fini par l'épiderme : au contraire, la plûpart des auteurs qui ont traité cette matière, ont commencé par l'épiderme. Je crois qu'à-peu-près dans le même tems la moëlle et l'épiderme se forment dans le bouton et dans la nouvelle pousse ; l'épiderme et la moëlle dépérissent aussi à-peu-près au même âge. Lorsqu'un arbre est sur le retour, la moëlle se dessèche et les premières couches du cœur, perdent de leur compacité et se fendent ; lorsqu'un arbre est parvenu à un certain point de grosseur, l'épiderme et les couches corticales les plus anciennement formées, cessent d'être exten-

sibles, se gercent, et dans la suite se détruisent. La moëlle est la partie la plus volumineuse et la plus apparente d'une jeune pousse, c'est ce qui m'a déterminé à commencer par l'exposition de cet organe.

Mais au lieu d'aller progressivement de la moëlle jusqu'à l'épiderme, j'ai cru plus à propos de suivre deux routes opposées ; la marche de la nature, dans la crue d'un tronc d'arbre, me les a indiquées. La couche annuelle qui a été formée la première, enveloppe la moëlle; la seconde couche entoure la première, et ainsi de suite jusqu'à la dernière qui termine l'aubier : donc la crue de cette partie du tronc s'étend de dedans en dehors. Au contraire, la couche corticale qui a été formée la première, se trouve sous l'épiderme; la seconde couche est en arrière contre la première et ainsi de suite, jusqu'à la dernière qui touche à l'aubier : donc l'écorce s'accroît de dehors en dedans. C'est à ce point de jonction du bois et de l'écorce que se fait une grande opération de la nature, par la formation d'une nouvelle couche d'aubier et d'une nouvelle couche d'écorce.

MATHÉMATIQUE

MATHÉMATIQUES.

LAGRANGE, *Professeur*.

TANT que l'algèbre et la géométrie ont été séparées, leurs progrès ont été lents et leurs usages bornés; mais lorsque ces deux sciences se sont réunies, elles se sont prêtées des forces mutuelles, et ont marché ensemble d'un pas rapide vers la perfection. C'est à Descartes qu'on doit l'application de l'algèbre à la géométrie, application qui est devenue la clef des plus grandes découvertes dans toutes les branches des mathématiques. La méthode que je vous ai exposée dernièrement, pour trouver et démontrer plusieurs propriétés générales des équations, par la considération des courbes qui les représentent, est proprement une espèce d'application de la géométrie à l'algèbre; et comme cette méthode a des usages très-étendus, et peut servir à résoudre facilement des problêmes, dont la solution directe serait très-difficile ou même impossible, je crois devoir vous en entretenir encore dans cette séance, d'autant plus qu'on ne la trouve guère dans les élémens ordinaires d'algèbre.

Vous avez vu comment une équation d'un degré quelconque peut se résoudre par le moyen de la courbe dont les abscisses représentent l'inconnue de l'équation, et dont les ordonnées sont égales à la valeur du premier membre de l'équation pour chaque

valeur qu'on donne à l'inconnue. Il est clair que cette méthode peut s'appliquer en général à toutes les équations, quelle que soit leur forme, et qu'elle ne demande pas que l'équation soit développée et ordonnée par rapport aux différentes puissances de l'inconnue. Il suffit donc que tous les termes de l'équation soient dans un seul membre, en sorte que l'autre membre soit égal à zéro; alors, en prenant de même l'inconnue pour l'abscisse x, et la fonction de l'inconnue, c'est-à-dire, la quantité composée de cette inconnue et des connues, laquelle forme l'un des membres de l'équation, pour l'ordonnée y; la courbe décrite d'après ces ordonnées x et y, donnera, par ses intersections avec l'axe, les valeurs de x qui seront les racines cherchées de l'équation donnée. Et comme, le plus souvent, on n'a pas besoin de connaître toutes les valeurs possibles de l'inconnue, mais seulement celles qui peuvent résoudre le problême dans le cas dont il s'agit; il suffira de décrire la portion de courbe qui pourra répondre à ces valeurs, ce qui épargnera beaucoup de calculs inutiles. On pourra même de cette manière juger d'abord par la figure de la courbe, si le problême a des solutions possibles, conformément aux circonstances qui peuvent les limiter.

Supposons, par exemple, que l'on demande de trouver sur la ligne qui joint deux lumières dont l'intensité est donnée, le point qui recevra une quantité de lumière donnée, en partant de ce principe de physique, que l'effet d'une lumière décroît dans le même rapport que le quarré de la distance augmente.

Nommons a la distance entre les deux lumières, et x la distance du point cherché à l'une des lumières dont l'intensité, ou la quantité de lumière à la distance $= 1$; soit M, celle de l'autre lumière étant N, on aura $\frac{M}{x^2}$ et $\frac{N}{(a-x^2)}$ pour exprimer les effets de ces deux lumières sur le point en question; de sorte que désignant l'effet total donné par A, on aura l'équation $\frac{M}{x^2} + \frac{N}{(a-x)^2} = A$, ou bien $\frac{M}{x^2} + \frac{N}{(a-x^2)} - A = 0$.

On considérera donc la courbe dont l'équation sera $\frac{M}{x^2} + \frac{N}{a-x)^2} - A = y$; et l'on verra d'abord qu'en donnant à x une valeur très-petite, positive ou négative, le terme $\frac{A}{x^2}$ de viendra très-grand positif, parce qu'une fraction augmente d'autant plus que son dénominateur diminue, de sorte qu'il sera infini au point où $x = o$; ensuite x croissant le terme $\frac{M}{x^2}$ ira en diminuant; mais l'autre terme $\frac{N}{(a-x)^2}$, qui était $= \frac{N}{a^2}$, lorsque $x = o$ augmentera continuellement, jusqu'à devenir très grand où infini, lorsque x aura une valeur très-voisine de a, ou égale à a.

Si donc la somme des deux termes peut devenir moindre que la quantité donnée A, en donnant à x des valeurs depuis o jusqu'à a, la valeur de y qui

était d'abord très-grande positive, deviendra négative, et redeviendra très grande positive. Par conséquent, la courbe coupera l'axe deux fois entre les deux lumières, et le problême aura deux solutions. Ces deux solutions se réduiront à une seule si la plus petite valeur de $\frac{M}{x^2} + \frac{N}{(a-x)^2}$ était exactement égale à A; et elles deviendront imaginaires si cette valeur était plus grande que A, parce qu'alors la valeur de y serait toujours positive depuis $x=o$ jusqu'à $x=a$; d'où l'on voit que si c'est une condition du problême que le point demandé tombe entre les deux lumières, il est possible que le problême n'ait aucune solution : mais si le point peut tomber sur le prolongement de la ligne qui joint les deux lumières, nous allons voir que le problême est toujours résoluble de deux manières. En effet, en supposant x négatif, il est visible que le terme $\frac{M}{x^2}$ restera toujours positif, et de très-grand qu'il est près du point où $x=o$, il ira toujours en diminuant, lorsque x croîtra jusqu'à devenir très-petit ou nul, lorsque x sera très-grand ou infini; l'autre terme $\frac{N}{(a-x)^2}$ sera d'abord $=\frac{N}{a^2}$, et ira aussi en diminuant jusqu'à devenir nul, lorsque x sera devenu infini négatif. Il en sera de même en supposant x positif, et plus grand que a; car lorsque $x=a$ le terme $\frac{N}{(a-x)^2}$ sera infini, ensuite il ira en diminuant jusqu'à devenir

nul lorsque x sera infini ; et l'autre terme $\frac{M}{x^2}$ sera d'abord $= \frac{M}{a^2}$ et ira aussi en diminuant jusqu'à zéro, à mesure que x croîtra.

Donc quelle que soit la valeur de la quantité A, il est visible que les valeurs de y passeront nécessairement du positif au négatif tant pour les x négatives, que pour les x plus grandes que a. Ainsi il y aura une valeur négative de x et une valeur positive plus grande que a, qui résoudront le problême dans tous les cas. On les trouvera par la méthode générale, en rapprochant successivement les valeurs de x, qui donneront des valeurs de y de signe contraire.

A l'égard des valeurs de x moindres que a, nous avons vu que la réalité de ces valeurs dépend de la plus petite valeur de la quantité $\frac{M}{x^2} + \frac{N}{(a - x)^2}$; on verra dans le calcul différentiel comment on détermine les plus petites et les plus grandes valeurs d'une quantité variable ; nous nous contenterons de remarquer ici que la quantité dont il s'agit, sera la plus petite ou un *minimum* ; lorsque $\frac{x}{a - x} = \sqrt[3]{\frac{M}{N}}$ de sorte qu'on aura $x = \frac{a\sqrt[3]{M}}{\sqrt[3]{M} + \sqrt[3]{N}}$ et de-là on trouvera pour la plus petite valeur de la quantité dont il s'agit $\frac{(\sqrt[3]{M} + \sqrt[3]{N})^3}{a^2}$; par conséquent il y aura

deux valeurs réelles de x si cette quantité est moindre que A ; mais ces valeurs seront imaginaires si elle est plus grande. Le cas de l'égalité donnera deux valeurs de x égales entr'elles.

Je me suis un peu étendu sur l'analyse de ce problême qui n'est au reste que de pure curiosité, parce qu'elle peut servir pour tous les cas semblables.

L'équation du problême précédent étant délivrée des fractions, sera de cette forme. $A x^2 (a - x)^2 - M (a - x)^2 - N x^2 = o$, laquelle étant développée et ordonnée montera au quatrième degré, et aura par conséquent quatre racines ; ainsi par l'analyse que nous venons de donner, on pourra connaître tout de suite la nature de ces racines. Comme il peut résulter de-là une méthode applicable à toutes les équations du quatrième degré, nous allons en dire un mot en passant. Soit donc l'équation générale $x^4 + p x^2 + q x + r = o$; on a déjà vu que si son dernier terme est négatif, elle aura nécessairement deux racines réelles, l'une positive et l'autre négative ; mais si ce terme est positif, on n'en peut rien conclure en général sur la nature de ses racines. Qu'on donne à cette équation la forme $(x^2 - a^2)^2 + b (x + a)^2 + c (x - a)^2 = o$, laquelle étant développée devient $x^4 + (b + c - 2 a^2) x^2 + 2 a (b - c) x + a^4 + a^2 (b + c) = o$; d'où l'on tire en comparant les termes, $b + c - 2 a^2 = p$, $2 a (b - c) = q$, $a^4 + a^2 (b + c) = r$; et de-là $b + c = p + 2 a^2$, $b - c = \frac{q}{2a}$, $3 a^4 + p a^2 = r$; de sorte qu'en résolvant cette dernière

équation on aura $a^2 = -\frac{p}{3} + \sqrt{\left(\frac{r}{3} + \frac{p^2}{9}\right)}$. Or, nous supposons ici r positif; donc a^2 sera réel positif, et par conséquent a réel; donc aussi b et c seront réels.

Ayant donc déterminé de cette manière les trois quantités a, b, c, on aura la transformée $(x^2 - a^2)^2 + b(x + a)^2 + c(x - a)^2 = o$. Si on fait le second membre de cette équation $= y$, et qu'on considère la courbe dont x seront les abscisses et y les ordonnées; il est d'abord visible que lorsque b et c seront des quantités positives, cette courbe sera toute au-dessus de l'axe, par conséquent l'équation n'aura aucune racine réelle. Supposons en second lieu que b soit une quantité négative et c une quantité positive; alors $x = a$ donnera $y = 4\, b\, a^2$, quantité négative, ensuite x très-grand positif et négatif donneront y très-grand positif: d'où il est aisé de conclure que l'équation aura deux racines réelles; l'une plus grande que a, et l'autre moindre que a. On trouvera de même que si b est positif et c négatif, l'équation aura deux racines réelles, l'une plus grande et l'autre moindre que a. Enfin si b et c sont tous les deux négatifs, alors y sera négatif en faisant $x = a$ et $x = -a$; ensuite il sera positif très-grand pour x très-grand positif ou négatif. D'où l'on conclura encore qu'il y aura deux racines réelles, l'une plus grande que a, l'autre moindre que $-a$. On pourrait pousser ces considérations plus loin, mais nous ne nous y arrêterons pas davantage quant à présent.

On a vu par l'exemple précédent que la considération de la courbe ne demande pas que l'équation

soit délivrée des expressions fractionnaires ; on doit dire la même chose relativement aux expressions radicales : il y a même un avantage à y conserver ces expressions telles que l'analyse du problême les donne; c'est qu'on peut n'avoir égard qu'aux signes des radicaux qui conviendront aux circonstances particulières de chaque problême, au lieu qu'en faisant disparaître les fractions et les radicaux, pour avoir l'équation ordonnée suivant les différentes puissances entières de l'inconnue, on introduit souvent des racines étrangères à la question proposée : il est vrai que ces racines appartiennent toujours à la même question, considérée dans toute son étendue ; mais cette richesse de l'analyse algébrique, quoique très-précieuse en elle-même et sous un point de vue général, devient incommode et onéreuse dans les cas particuliers où l'on ne peut, par les méthodes directes, trouver la solution dont on a besoin, indépendamment de toutes les autres solutions possibles. Lorsque l'équation qui résulte immédiatement des considerations du problême, renferme des radicaux dont le signe est essentiellement ambigu, la courbe de cette équation (en y faisant le membre qui doit être zéro, égal à l'ordonnée y,) aura nécessairement autant de branches qu'il pourra y avoir de combinaisons différentes de ces signes, et pour la solution complette, il faudrait considérer chacune de ces branches : mais cette généralité peut être restreinte par les conditions particulières du problême qui déterminent la branche où la solution doit se trouver ; alors on a l'avantage de ne point faire de calculs

inutiles, et cet avantage n'est pas un des moindres qu'offre la méthode de résoudre les équations par la considération des courbes.

Mais cette méthode peut être encore généralisée, et rendue indépendante de l'équation même du problême. Il suffit, pour pouvoir l'employer, de considérer les conditions du problême en elles-mêmes, de donner à l'inconnue différentes valeurs arbitraires, et de déterminer, d'après ces conditions, soit par le calcul ou par une construction, les erreurs qui en résultent. Ces erreurs étant regardées comme ordonnées y d'une courbe dont les abscisses x seraient les valeurs correspondantes de l'inconnue, il en résultera une courbe continue, qu'on appellera la *courbe des erreurs*, et qui, par ses intersections avec l'axe, donnera également toutes les solutions du problême. Ainsi, si l'on trouve deux erreurs successives, l'une en excès et l'autre en défaut, c'est-à-dire, l'une positive et l'autre négative, on en conclura sur-le-champ qu'entre ces deux valeurs correspondantes de l'inconnue, il y en aura une pour laquelle l'erreur sera nulle, et dont on pourra approcher aussi près qu'on voudra, par des substitutions successives, ou même aussi par la description mécanique de la courbe.

Cette manière de résoudre les questions, par les courbes des erreurs, est une des plus utiles qu'on ait imaginées; elle est d'un usage continuel en astronomie, où les solutions directes seraient trop difficiles, et souvent impossibles : elle peut servir à résoudre des problêmes importans de géométrie et de mécanique, et même de physique; c'est à pro-

prement parler la règle de fausse position prise dans le sens le plus général et rendue applicable à toutes les questions, où il y a une inconnue à déterminer. Elle peut s'appliquer aussi à celles qui dépendent de deux ou plusieurs inconnues, en donnant successivement à ces inconnues différentes valeurs arbitraires, et calculant les erreurs qui en résultent, pour les lier par différentes courbes, ou les réduire en tables. De sorte que par cette méthode on peut parvenir immédiatement à la solution cherchée sans aucune élimination préliminaire des inconnues.

Nous allons en faire voir l'usage par quelques exemples. On demande un cercle dans lequel on puisse inscrire un poligone dont tous les côtés soient donnés. Ce problême mis en équation, monterait à un degré d'autant plus haut, que le nombre des côtés donnés serait plus grand. Pour le résoudre par la méthode dont nous venons de parler, on décrira d'abord un cercle à volonté, comme (1) ABCD. et on portera dans ce cercle les côtés donnés AB, BC, CD, DE, EF du poligone que je suppose ici pour plus de simplicité un pentagone. Si l'extrêmité F du dernier côté tombait en A. le problême serait résolu; mais comme il est très-difficile que cela arrive du premier coup, on portera sur une ligne droite PR, le rayon PA du cercle, et on élèvera au point A la perpendiculaire AF, égale à la corde AF de l'axe AF (2), dans lequel consiste l'erreur de la suppo-

---

(1) Fig. 1, planche B.
(2) Planche B, fig. 2.

sition qu'on a faite sur la longueur du rayon PA. Comme cette erreur est un excès, il faudra décrire un cercle d'un rayon plus grand, et faire la même opération, et ainsi de suite, en essayant des cercles de différentes grandeurs. Ainsi, le cercle dont le rayon est PA' donnera l'erreur F' A', laquelle tombant de l'autre côté du point A', devra être sensée négative; par conséquent, dans la figure 2, à l'abscisse PA', il faudra appliquer l'ordonnée A' F' au-dessous de l'axe. De cette manière on aura plusieurs points F, F' etc., qui seront dans une courbe dont l'intersection R, avec l'axe PA', donnera le vrai rayon PR du cercle qui satisfera à la question; et l'on trouvera cette intersection, en resserrant successivement les points de la courbe, qui se trouveront de côté et d'autre de l'axe, comme F et F', etc.

D'un point dont la position est inconnue, on a observé trois objets dont les distances respectives sont connues, et on a déterminé les trois angles formés par les rayons visuels, menés de l'œil de l'observateur à ces trois objets. On demande la position du lieu de l'observateur par rapport aux mêmes objets.

Si on lie les trois objets par des lignes droites, il est visible que ces trois droites avec les trois rayons visuels formeront une pyramide triangulaire, dont la base sera donnée, ainsi que les trois angles qui forment l'angle solide du sommet auquel l'observateur est supposé placé; et la question sera réduite à déterminer les dimensions de cette pyramide.

Comme la position d'un point dans l'espace est

entièrement déterminée par ses trois distances à trois points donnés, il est clair que le problême sera résolu, si on détermine les trois distances du point où est l'observateur à chacun des trois objets. Or, en prenant ces distances pour inconnues, on aurait trois équations du second degré, qui par l'élimination, donneraient une équation finale du huitième degré ; mais en prenant pour inconnues une des distances et les rapports des deux autres à celle-ci, l'équation finale ne sera que du quatrième degré. On pourrait donc résoudre ce problême rigoureusement par les méthodes connues ; mais la solution directe étant compliquée et peu commode pour la pratique, voici celle qu'on pourra trouver par la courbe des erreurs.

Soient faits (1) les trois angles successifs APB, BPC, CPD ayant le même sommet P, égaux respectivement aux angles observés entre le premier objet et le second, entre le second et le troisième, et entre le troisième et le premier ; et soit d'abord prise la droite PA à volonté, pour représenter la distance de l'observateur au premier objet ; comme la distance de cet objet au second est supposée inconnue, si elle est égale à la ligne AB, on la portera en AB, et on aura ainsi la distance BP du second objet à l'observateur. De même on portera en BC la distance BC du second objet au troisième, et l'on aura la distance PC de cet objet à l'observateur. Maintenant, si on porte en CD la distance du troisième objet

(1) Pl. B, fig. 3.

au premier, on aura de nouveau PD pour la distance du premier objet de l'observateur ; par conséquent il faudra, pour que la premiè e distance supposée soit exacte, que les deux lignes PA. PD soient égales. Prenant donc sur la ligne PA, prolongée, s'il est nécessaire, la partie PE = PD, si le point E ne tombe point en A, la différence EA sera l'erreur de la premère supposition PA. Ayant tiré (1) la droite PR, on y prendra depuis le point fixe P l'abscisse PA, et on y appliquera à angle droit l'ordonnée EA. on aura le point E de la courbe ERS des erreurs. En prenant d'autres distances à la place de PA, et faisant la même construction, on trouvera d'autres err urs qu'on appliquera de même sur la ligne PR, et qui donneront d'autres points de la même courbe.

On pourra donc décrire ainsi cette courbe par plusieurs points, et le point R où elle coupera l'axe PR donnera la distance PR dont l'erreur sera nulle, et qui sera par conséquent la véritable distance de l'observateur au premier objet ; cette distance étant connue on aura les deux autres par la même construction.

Il est bon de remarquer que la construction dont il s'agit donne par chaque point A de la ligne PA, deux points B, et B' dans la ligne PB ; car puisque la distance AB est donnée, pour trouver le point B il n'y a qu'à décrire du point A comme centre, et avec le rayon AB, un arc de cercle qui coupera la

---

(1) Pl. B, fig. 4.

droite PB en deux points B et B' lesquels satisferont tous les deux aux conditions du problême. De la même manière chacun de ces points en donnera deux sur la droite PC, et chacun de ceux-ci en donnera aussi deux sur la droite PD : d'où il s'en suit que chaque point A pris sur la première droite PA, en donnera généralement huit sur la droite PD, qu'il faudra donc considérer séparément et successivement pour avoir toutes les solutions possibles. J'ai dit *généralement*, car il est possible 1°. que les deux points B, B' se réunissent en un seul, ce qui aura lieu lorsque le cercle décrit du centre A avec le rayon AB touchera la droite PB; 2°. que ce cercle ne coupe point la droite PB, auquel cas le reste de la construction devient impossible, et il faudra dire la même chose des points C, D. Ainsi en menant la ligne GF parallèle à BP et éloignée de celle-ci d'une distance égale à la ligne donnée AB, le point F où elle coupera la ligne PE prolongée, s'il est nécessaire, sera la limite au-delà de laquelle il ne faudra point prendre les points A, pour avoir des solutions possibles. On aura de même des limites pour les points B et C, lesquels serviront à se restreindre les suppositions primitives qu'on pourrait faire sous la distance PA.

Les huit points D, qui dépendent en général de chaque point A, répondent aux huit solutions dont le problême est susceptible ; et lorsqu'on n'a aucune donnée particulière par laquelle on puisse déterminer laquelle de ces solutions convient au cas proposé, il est indispensable de les chercher toutes, en employant

pour chacune des huit combinaisons, une courbe particulière des erreurs. Mais si on sait, par exemple, que la distance de l'observateur au second objet, est plus grande ou plus petite que sa distance au premier, il ne faudra prendre alors dans la ligne PB, que le point B dans le premier cas, ou le point B dans le second; ce qui diminuera les huit combinaisons de moitié. Si on avait la même donnée sur le troisième objet, relativement au second, et sur le premier, relativement au troisième, alors les points C et D seraient déterminés, et on n'aurait qu'une solution unique.

Ces deux exemples peuvent suffire pour montrer l'usage de la méthode des courbes dans la solution des problêmes. Mais cette méthode, que nous n'avons présentée que d'une manière pour ainsi dire mécanique, peut aussi être soumise à l'analyse.

En effet, tout se réduit à décrire ou faire passer une courbe par plusieurs points, soit que ces points soient donnés par le calcul, ou par une construction, ou même par des observations, ou des expériences, isolées et indépendantes les unes des autres. Ce problême est, à la vérité, indéterminé; car on peut, à la rigueur, faire passer par des points donnés, une infinité de courbes différentes, régulières ou irrégulières, c'est-à-dire, soumises à des équations, ou tracées arbitrairement à la main; mais il ne s'agit pas de trouver des solutions quelconques, mais les plus simples et les plus aisées à employer.

Ainsi, s'il n'y avait que deux points donnés, la

solution la plus simple serait une ligne droite, qu'on mènerait par ces points. S'il y a trois points, on pourrait faire passer par ces points un arc de cercle qui est, après la droite, la ligne la plus facile à décrire.

Mais si le cercle est la courbe la plus simple par sa description, elle ne l'est pas par son équation entre les abscisses et les ordonnées rectangles. Sous ce dernier point de vue, on peut regarder, comme les plus simples, les courbes dont l'ordonnée est exprimée par une fonction entière et rationnelle de l'abscisse, telle que $y = a + cx + cx^2 + dx^3 +$ etc., y étant l'ordonnée et x l'abscisse. Ces sortes de courbes s'appellent en général paraboliques, parce qu'on peut les regarder comme une généralisation de la parabole qui a lieu, lorsque l'équation n'a que les trois premiers termes. Nous en avons déjà montré l'usage dans la résolution des équations; mais leur considération est toujours utile dans la gradation approchée des courbes; car on peut toujours faire passer une courbe de ce genre par tant de points qu'on voudra d'une courbe proposée, puisqu'il n'y a qu'à prendre autant de coëfficiens indeterminés a, b, c, etc. qu'il y a de points proposés, et déterminer ces coëfficiens, de manière que les abscisses et les ordonnées, pour ces points, soient donnés. Or, il est clair que, quelle que puisse être la courbe proposée, la courbe parabolique, ainsi tracée, en différera toujours, d'autant moins que le nombre des points donnés sera plus grand, et leur distance moindre.

Newton

Newton est le premier qui se soit proposé ce problême ; voici la solution qu'il en donne :

Soient P, Q, R, S, etc., les valeurs des ordonnées y qui répondent aux valeurs p, q, r, s, etc. des abscisses y, on aura les équations suivantes :

$$P = a + bp + rp^2 + dp^3 + \text{etc.}$$
$$Q = a + bq + cq^2 + dq^3 + \text{etc.}$$
$$R = a + br + ct^2 + dr^3 + \text{etc.}$$

etc.

le nombre de ces équations devant être égal à celui des coëfficiens indéterminés a, b, c, etc. Soustrayant ces équations l'une de l'autre, les restes seront divisibles par $p - q$, $r - q$, etc., et l'on aura, après la division,

$$\frac{Q - P}{q - p} = b + c(q + p) + d(q^2 + qp + p^2) + \text{etc.}$$
$$\frac{R - Q}{r - q} = b + c(r + q) + d(r^2 + rq + p^2) + \text{etc.}$$

etc.

Soit $\frac{Q-P}{q-p} = Q1$, $\frac{R-Q}{r-q} = R1$, $\frac{S-R}{s-r} = S1$, etc. ; on trouvera de la même manière, par la soustraction et la division,

$$\frac{R1 - Q1}{r - q} = c + d(r + q + p) + \text{etc.}$$
$$\frac{S1 - Q1}{s - q} = c + d(s + r + q) + \text{etc.}$$

Soit de même $\frac{R1 - Q1}{r - q} = R2$, $\frac{S1 - R1}{s - r} = S2$, etc. ; on trouvera $\frac{S2 - R2}{s - r} = d + \text{etc.}$, et ainsi de suite.

On trouve, de cette manière, les valeurs des coëfficiens a, b, c, etc. à commencer par les dernières, et les substituant dans l'équation générale $y = a + bx + cx^2 + dx^3 +$ etc., il viendra, après les réductions, cette formule qu'il est aisé de continuer aussi loin qu'on voudra.

$y = P + Q1(x-p) + R2(x-p)(x-q) + S3(x-p)(x-q)(x-r) +$ etc. Mais on peut réduire cette solution à une plus grande simplicité, par la considération suivante.

Puisque y doit devenir P, Q, R, etc., lorsque x devient p, q, r, etc. il est aisé de voir que l'expression de y sera de cette forme :

$y = AP + BQ + CR + DS +$ etc., où les quantités A, B, C, etc. doivent être exprimées en x, de manière qu'en faisant $x = p$, on ait $A = 1$, $B = 0$, $C = 0$, etc. que de même en suivant $x = q$, on ait $A = 0$, $B = 1$, $C = 0$, $D = 0$, etc.; qu'en faisant $x = r$, on ait pareillement $A = 0$, $B = 0$, $C = 1$, $D = 0$, etc.; d'où il est facile de conclure que les valeurs de A, B, C, etc., doivent être de cette forme :

$$A = \frac{(x-q)(x-r)(x-s)\ldots\ldots}{(p-q)(p-r)(x-s)}$$

$$B = \frac{(x-p)(x-r)(x-s)\ldots\ldots}{(q-p)(q-r)(q-s)}$$

$$C = \frac{(x-p)(x-q)(x-s)\ldots\ldots}{(r-p)(r-q)(r-s)}$$

etc.

en prenant autant de facteurs dans les numérateurs et dans les dénominateurs, qu'il y aura de points donnés de la courbe, moins un.

Cette dernière expression de y, quoique sous une forme différente, revient cependant au même, comme on peut s'en assurer par le calcul, en développant les valeurs des quantités Q 1, R 2, S 3, etc., et ordonnant les termes suivant les quantités P, Q, R, etc.; mais elle est préférable, par la simplicité de l'analyse sur laquelle elle est fondée, et par sa forme même qui est beaucoup plus commode pour le calcul.

On pourra donc, par cette formule qu'il ne serait pas difficile de réduire à une construction géométrique, trouver la valeur de l'ordonnée y par une abscisse quelconque x, d'après les ordonnées connues P, Q, R, etc., pour les abscisses données p, q, r, etc. Ainsi, ayant plusieurs termes d'une série quelconque, on pourra trouver tel terme intermédiaire qu'on voudra; ce qui est fort utile pour remplir les lacunes qui pourraient se trouver dans des suites d'observations ou d'expériences, ou dans des tables calculées par des formules, ou des constructions données.

Si maintenant on applique cette théorie aux deux exemples proposés ci-dessus, et aux exemples semblables, dans lesquels on a les erreurs qui répondent à différentes suppositions, on pourrait trouver directement l'erreur y qui répondrait à une supposition quelconque intermédiaire x, en prenant les quantités P, Q. R, etc. pour les erreurs trouvées, et p, q, r, etc. pour les suppositions d'où elles résultent. Mais dans ces exemples la question étant de trouver, non pas l'erreur qui répond à une supposition donnée, mais la supposition dont l'erreur serait nulle; il est clair que cette

question est l'inverse de la précédente, et qu'elle peut se résoudre aussi par la même formule en prenant réciproquement les quantités p, q, r, etc., pour les erreurs ; et les quantités P, Q, R, etc. pour les suppositions correspondantes. Alors x sera l'erreur de la supposition y ; par conséquent en faisant $x = o$ la valeur de y sera celle de la supposition, dont l'erreur sera nulle.

Soient donc P, Q, R, etc. les valeurs de l'inconnue dans les différentes suppositions ; et p, q, r, etc. les erreurs qui résultent de ces suppositions, en donnant à ces quantités les signes convenables : alors on aura pour la valeur de l'inconnue, dont l'erreur sera nulle, l'expression A P + B Q + C R + etc. : dans laquelle les valeurs de A, B, C, etc. seront

$$A = \frac{q}{q-p} \times \frac{r}{r-p} \times \ldots\ldots, B = \frac{p}{p-q} \times \frac{r}{r-q} \times$$

$$C = \frac{p}{p-q} \times \frac{r}{r-q} \times \ldots \text{ etc.}$$

en prenant autant de facteurs qu'il y aura de suppositions, moins un.

QUARANTE-TROISIÈME SÉANCE.

(23 *Germinal*).

GÉOGRAPHIE.

MENTELLE, *Professeur*.

Si nous nous occupions de la géographie pour elle-même, ou simplement relativement aux avantages que ses recherches peuvent procurer à l'histoire, nous nous arrêterions ici, à la partie que l'on nomme *géographie* du moyen âge. La châte de l'empire romain et les invasions successives des barbares du Nord, les ravages causés en Afrique, en Asie et en Espagne, par le fanatisme destructeur des Arabes, firent disparaître beaucoup de lieux célèbres de dessus la surface du globe. Des écrivains peu instruits, dont le style barbare, la latinité vicieuse nous offrent à ces époques beaucoup de noms de lieux substitués aux anciens, dont il est impossible de reconnaître les rapports et l'emplacement, avaient alors succédé aux bons auteurs de l'antiquité.

L'étude de ces monumens, et particulièrement de l'ouvrage géographique d'Alfred, roi de Norwège, où l'on voit que les Norwégiens découvrirent les parties du Nord-Est de l'Amérique, à-peu près 400 ans avant Christophe Colomb, est absolument du domaine des géographes, mais ne doit pas entrer

chez nous dans les leçons normales de géographie. Nous ne vous entretiendrons donc pas ici de tout ce qui tient à la géographie du moyen âge. Il nous reste un champ assez vaste à parcourir, et qui nous rapproche davantage du but d'utilité de la géographie pour la politique et le gouvernement. Nous allons nous occuper de ce que l'on nomme *géographie moderne*, non pas dans ses détails minutieux qui appartiennent aux leçons particulières ; mais dans la marche qu'il convient de suivre, pour y établir les bases des connaissances très-importantes, qu'il est nécessaire d'acquérir, principalement sur les grands corps politiques de l'Europe. Il en pourra résulter des tableaux et des rapprochemens intéressans sur l'état des forces de nos ennemis, comparées aux nôtres, et des données plus certaines pour calculer la durée des efforts qu'ils opposent à notre courage et à notre enthousiasme pour la liberté. Je parcourrai la mappemonde, comme le feuillet d'un grand livre, et d'abord je vois l'empire de Russie y occuper le haut de la page. C'est donc cet état que je vais étudier avec vous, et sur lequel je vous offre un tableau (1) qui peut servir de modèle à ceux que vous pourrez faire, pour présenter d'une manière méthodique la géographie des autres pays.

De la Russie.

L'histoire ne nous fait connaître aucun empire aussi vaste que celui de la Russie. Il occupe une grande

---

(1) Ce tableau sur feuille du grand-aigle, n'a pu être imprimé dans cet ouvrage.

portion de la partie septentrionale de l'Europe, et toute la partie septentrionale de l'Asie.

Que doit faire le professeur de géographie, qui voudra traiter de la Russie? Il se procurera d'abord une bonne carte générale de cet empire. La meilleure a été publiée en 1787 par l'académie de Pétersbourg. Il aura aussi en livres et remarques manuscrites, exactes autant que possible, ce qu'il aura pu se procurer de mieux : ordinairement des départemens on tâche d'avoir quelques relations avec des hommes instruits de Paris, et ces hommes, qui cultivent à Paris les sciences, ont des correspondances dans les pays étrangers. Muni de ces matériaux, le professeur de géographie examine sur sa carte, quelle est l'étendue de la Russie.

La géographie mathématique lui offre le secours des latitudes, des longitudes et des mesures géodésiques.

Il voit que l'empire de Russie s'étend du vingtième degré oriental du méridien de Paris, au quatre-vingt dixième, et du quarante-cinquième de latitude au soixante-quinzième. On sent bien que ces indications ne sont pas les mêmes pour tous les points.

Actuellement, pour réduire ces premières mesures en lieues, il évalue les degrés de latitude à 25 lieues chacun, et le nombre trouvé lui donne 750 lieues.

Quant aux degrés de longitudes, on sait que les méridiens se rapprochent de plus en plus des pôles ; chaque degré de longitude doit comprendre moins de mesures géodésiques, à mesure que l'on s'élève vers le Nord. J'ai donné dans ma cosmographie une

table calculée de ces diminutions. Le citoyen Proni, qui est à la tête des travaux du cadastre, a la complaisance de m'en faire calculer une autre, d'après les nouvelles mesures; je la publierai dans les ouvrages que je rédige pour la République.

Comme la plus grande étendue de la Russie, considérée de l'Ouest à l'Est en degrés, est sous le cercle polaire, où les degrés de longitude n'ont pas 10 lieues et $\frac{1}{4}$ d'étendue; que cependant ce même empire s'étend sous le cinquante-cinquième degré de latitude jusqu'au cent soixantième degré de longitude, je prends comme terme moyen, la mesure du degré de longitude à cette latitude. La table me donne 14 lieues et $\frac{1}{7}$; j'en conclus en général, que cet empire a plus de 2,000 lieues de l'Ouest à l'Est.

Des détails plus exacts, arrêtés d'après des opérations sûres, m'apprennent que la surface de la Russie est estimée de 320000, carrés, de 15 au dégré, dont 78000 en Europe, et 242000 en Asie. Si l'on y joint 500, à peu près pour les acquisitions en Pologne, on aura au total, 325000, ce qui en forme le plus grand empire de toute la terre.

On passe ensuite aûx connaissances qui tiennent à la géographie *physique*.

Montagnes.

Les principales chaînes de montagnes sont 1°. les monts appelés monts *ouralsks* et monts *ouraliques* par les Français; les *Baschkirs*, habitans de cette partie de la Russie asiatique, les nomment *ouraltaon*, c'est-à-dire, montagnes de la *Ceinture*.

Ils s'étendent du Nord au Sud, à-peu-près au Nord

de la mer Caspienne. 2°. Les monts *altaïques* qui sont plus à l'Est, et quoique la chaîne s'étende plus loin, on ne donne guère cependant le nom d'*altaïque*, que depuis l'*Irtich*, jusqu'à l'*Oby* : au-delà de ce fleuve, on nomme cette chaîne *Sanaini* jusqu'à l'*Enissei*. Delà les montagnes s'étendent, sans interruption, entre le fleuve *Amour* et la *Lena*, jusqu'à la mer d'*Okotsk.*

Ces hautes montagnes, toujours couvertes de neige, renferment des minéraux de bien des espèces, et les sources de très-grands fleuves qui arrosent la partie septentrionale de l'Asie.

Fleuves.

Les plus grands fleuves de l'Europe et de l'Asie coulent dans l'empire de Russie, ce sont :

Le *Volga*, en Europe : il a plus de 600 lieues : il se rend dans la mer Caspienne, à Astrakan. On remarque qu'il n'y a point en Europe de fleuves aussi abondans en poissons, principalement en esturgeons de plusieurs espèces, mais dont la plus grande partie ne remonte pas dans les autres rivières que reçoit le Volga. Le *Jaïk*, appelé actuellement *Oural*, qui a son embouchure dans la mer Caspienne, près de *Gourief*, où sont des marais salins.

L'*Oby*, qui coule au Nord, et se jette dans un golfe de son nom, après un cours de près de 800 lieues. Ce fleuve est fort lent dans sa marche, et a un fond vaseux, sur lequel se plaisent les esturgeons. Mais il en résulte un inconvénient; les eaux basses du fleuve, pendant l'hiver, se putréfient sous la glace.

L'*Enissei*, qui coule aussi au Nord. Il a 800 lieues, commence près du lac *Losogol*. On trouve dans ce fleuve et dans le suivant beaucoup de saumons, venus de la mer du Nord, et qui remontent jusqu'au lac *Baïkal*.

La *Lena*, qui est à-peu-près aussi étendue, a sa source près du lac Baïkal.

Je ne m'étendrai pas sur les autres parties de la géographie physique de ce vaste empire ; il suffira de dire que l'on y trouve de presque toutes les espèces de richesses naturelles. Mais je ne veux pas omettre de vous indiquer les lieux où l'on a trouvé des ossemens d'éléphant, à des latitudes où ces animaux n'ont pas habitude de vivre, savoir :

1°. A Nagradkina, village situé à 30 verstes de Simbirsk. On y a trouvé non-seulement un grand nombre de ces os, mais même un crâne, sur les bords d'un ruisseau qui se jette dans la *Swoyaga*, près du *Volga*, vers le cinquantième degré de latitude. On a fait plusieurs ouvrages de cet ivoire.

2°. Dans la rivière d'*Irguis*, aux environs de *Samara*, près de l'*Oural*, on trouve des os d'éléphans et de Bufles. On cite une corne de bufle qui pesait dans sa base, plus de six livres, elle avait plus de quatorze pouces de diamètre.

3°. A *Kalmykova*, sur l'*Oural* ou *Iaïk*, et près de la mer Caspienne, on conserve un morceau d'une grosse dent d'éléphant calcinée, et un coxis énorme d'un de ces animaux, pesant 60 livres.

On y voit aussi la partie supérieure d'un crâne de bufle garni de ses deux cornes, espacées entr'elles d'un pied trois pouces, à leur racine sur le devant du front.

4°. A *Verkotsione*, au nord-est, presqu'à 60 degrés de latitude plus à l'est, les os ont été trouvés sur un rivage de la *Toura*.

5°. Près de l'*Iset*, dans le gouvernement d'Ekaterinbourg, on a trouvé non-seulement des os d'éléphant, mais aussi des dents de requins, et des glossopètres de toutes sortes de formes et de grosseurs. Il est clair, dit le savant *Pallas*, que les couches où ces os se trouvent, étaient un fond de mer argilleux, et que les couches supérieures qui le couvrent, ont pu être formées par des terres charriées des montagnes.

6°. Près du *Karasoun*, on y en trouve de très-considérables : mais à *Tobolsk* à 58 degrés 12 minutes de latitude, on conserve soigneusement une dent d'ivoire, qui a 4 aulnes de long, et qui est d'une grosseur prodigieuse ; elle avait été trouvée plus au sud, près de *Pétropavlofsk* ; on y voit aussi une énorme corne de bufle.

7°. Près de *Berezof*, sur l'*Oby*, presqu'au 60ème. degré, on en trouve une très-grande quantité, et des os de bufle.

8°. Près l'*Eniseik*, au-dessous de *Selakino*, on a trouvé aussi des dents d'éléphant vers le 60ème. degré.

C'est aux naturalistes à nous indiquer quelles causes

ont pu déterminer le séjour des animaux dont on voit les ossemens, dans un climat qui leur est si contraire; car le climat de la Sibérie est très froid. Je vais tâcher d'en donner une idée par les détails suivans.

En général les hivers sont très-longs en Russie, parce que l'on y est dans des latitudes très-élevées, et que par conséquent on n'y voit le soleil que fort tard le matin; et que par suite on le perd de bonne heure le soir. A Pétersbourg, par exemple, où l'on est à 59 degrés 56 minutes 23 secondes de latitude, le soleil se lève à 9 heures 15 minutes du matin, et se couche à 2 heures 45 minutes du soir; mais à Arkangel, où l'on est à 64 d. 34 m., il ne se lève qu'à 10 h. 24 m. et se couche à 1 h. 36 m.; mais à Tobolsk, qui est un peu plus méridional, même que Pétersbourg, puisqu'elle est à 58 d. 12 m. 30 s. le soleil se lève à 8 h. 56 m., et se couche à 3 h. 4 m. On sent bien que cette longue absence du soleil doit donner lieu, par rapport à la terre, à des déperdissemens de chaleur, qui amènent insensiblement des froids considérables. Si l'on y joint les causes physiques accidentelles, tels que les bois, les lacs, les hautes montagnes qni s'opposent à l'arrivée des vents du sud, on n'est point étonné de ce que l'on rapporte de l'intensité du froid éprouvé dans les villes précédentes.

« J'étais dans cet empire, dit Leclere, (hist. de » la Russie méridionale, tome I. page 304) pendant » le fameux hiver de 1759 à 1760; le froid y fut » si violent, que l'air même paraissait gelé : à peine

» la fumée des cheminées pouvait-elle sortir; les cor- » beaux, les pies, les moineaux tombaient de l'air » comme morts.

« J'ai vu plusieurs lièvres restés roides sur leurs qua- » tre pattes, comme s'ils eussent été vivans...... M. » Gmelin a vu à-peu-près les mêmes effets en Sibé- » rie, en 1733; le mercure y descendit par la vio- » lence du froid à 120 degrés du thermomètre de » Farhenheit, ce qui est environ 39 de celui de » Réaumur.

En 1760, le thermomètre descendit à Pétersbourg à 33 d.; en Sibérie il n'est pas rare d'y éprouver un froid qui donne 53 d. ½; et à Ieniseik, il descendit le 16 janvier 1735, à 69 d. ¼.

Mais voici un récit de Pallas, qui vient à l'appui de ce que je viens de dire. Il était sur les frontières de la Mongolie : « J'observai (le 6 décembre 1772) au matin, à un excellent thermomètre, que le mercure tombait dans la boule et s'y condensait; il marquait 235 d. : ainsi voilà le mercure gelé par un froid naturel, effet que l'on a quelquefois produit par un froid artificiel. »

Il n'est pas rare que les membres gèlent lorsqu'ils se trouvent exposés à l'air; le remède infaillible pour prévenir la putréfaction, est de les frotter de neige avec assez de force pour les rappeler à la chaleur et à la vie.

Je passe à la géographie politique.

Géographie politique.

Nous avons vu que les anciens habitans de la Russie actuelle portaient, chez les Grecs, le nom de Schytes ou Skythes. Ruric, prince norwégien, passe pour le fondateur de cet état moderne. Les gens du pays, tourmentés par des guerres intestines et par des ennemis du dehors, lui déférèrent la couronne vers l'an 862; il y porta le christianisme. En 1158, il s'éleva en Russie deux grands duchés indépendans l'un de l'autre, celui de *Kiow* et celui de *Wladimir*, renfermant chacun plusieurs principautés : tous ces princes se faisaient la guerre.

Les Huns, qui avaient demeuré long-tems au confluent de la *Kama* et du *Volga*, et vers les sources de l'Oural, s'étaient jettés sur les parties méridionales.

Cependant quelques siècles après, Gingiskhan avait par ses conquêtes fondé un empire considérable en Asie, et l'avait partagé entre quelques-uns de ses fils; mais ces empires partiels furent dans lá suite presque tous détruits par l'usurpateur *Tamerlan*.

Une dynastie de *Mogols*, ou *Tartars*, descendue de Touchi, fils aîné de *Gingiskhan*, régnait au nord et à l'ouest de la mer Caspienne, et leur empire se nommait l'empire de *Kaptschak* : le fondateur avait transmis les conquêtes à son fils *Bâtou*, vers l'an 1226. Celui-ci est connu sous le nom de *Bâtou-Khan*; ce prince se jetta sur la Russie, prit *Resan* et *Moscou*, et porta ses ravages jusqu'à *Tolskok*, ville du territoire de la république de *Nowogorod*, et la ruina de fond

en comble.... L'année suivante, il prit *Kiew* dans la partie méridionale.

La Russie sortit de cet état malheureux par les talens du prince *Alexandre*, qui s'étant engagé de payer un tribut à Bâtou-Khan, en reçut le titre de grand duc de la Russie : il mourut en 1261.

La superstition et la reconnaissance en firent un saint.

Je ne prétends pas tracer, même rapidement, l'esquisse des révolutions de la Russie : j'ajouterai seulement que cet Etat n'a commencé à prendre une certaine consistance, qu'au commencement de ce siècle, sous le règne de *Pierre* Ier., que l'on a surnommé le *Grand*.

Ce fut ce prince qui fit la première division systématique de la Russie ; qu'il partagea d'abord en 8, puis en 9, puis en 10 gouvernemens. Ce nombre fut porté à 16 en 1758.

Mais depuis, Catherine II, actuellement régnante, voulant donner à toutes les divisions de l'empire une forme égale, a fait disparaître plusieurs des anciens noms de division, comme on a fait disparaître en France, les anciens noms des provinces.

On divisait autrefois cet empire de la manière suivante :

Trois Russies ; l'une appelée *grande*, l'autre *petite*, la troisième *blanche*.

Les pays qui avaient été long-tems sous la domination des Tartars, savoir : les Russes de *Casan*, d'*Astracan*, de *Sibérie*, et de *Crimée*.

Enfin les provinces dites allemandes ; la *Livonie*,

l'*Estonie*, la *Finlande*, l'*Ingermanie*. Ces différentes dénominations n'existent plus que par l'usage et l'habitude ; mais dans l'administration et la géographie, elles ont fait place aux noms de 42 gouvernemens actuels. Ce n'est pas que ce changement ait rendu les peuples plus heureux. On a dit avec beaucoup de raison, qu'ils avaient un maître et point de patrie. La masse de la nation est esclave ; tout ce qui est de nation russe, plongé dans la plus brute ignorance, regarde cet asservissement comme l'état le plus naturel de l'homme ; mais les *Livoniens*, les *Ukrainiens*, les *Polonais* et les *Tartares*, supportent impatiemment ce joug qui leur est odieux.

Tous les cultivateurs des terres, ce que nous nommons ici paysans, et en Russie *Mongiks*, sont réellement esclaves : ils n'ont pas de propriétés, et ne peuvent pas disposer de leurs personnes ; ils appartiennent aux seigneurs des terres, comme les arbres qui les ombragent, et comme les bestiaux qui y paissent ; et lorsque l'on vend une de ces terres, on n'en estime pas le prix comme chez nous, par la valeur de ses produits, mais par le nombre de ses cultivateurs. Je crois que l'on estime un homme 300 roubles, le rouble valant ci-devant 5 de nos livres.

Les seigneurs les divisent en paysans attachés à la corvée, paysans industrieux, et paysans domestiques: les premiers portent encore la barbe Il y a des paysans de la couronne qui peuvent avoir des terres à eux.

L'étendue de l'empire de Russie est en raison inverse de sa population ; sous ce rapport, on peut diviser les gouvernemens en trois classes.

Dans

Dans la première se trouveront les plus peuplés et les moins étendus (1); savoir les gouvernemens de SAINT-PÉTERSBOURG, de WIBOURG, de REWEL, de RIGA, de POLOSK, de MOHILEW, de SMOLENSK, de PLESKOW, de TWER, de JAROSLAW, de KASTROMA, de WOLODIMER, de MOSKOU, de KALONGA, de TOULA, de REZAN, de TAMBOW, d'OREL, de KURSK, de WORONESH, de TCHARKOW, de NOWOGOROD, de SEWERSK, de KIOW, de TSHERNIGOW, de PENSA, de NISHEGOROD, de KASAN et de SIMBIRSK : ces deux derniers sont en Asie. En tout 29.

Dans la seconde classe, sont les gouvernemens, dont la circonférence est plus grande, mais la population égale ; et dans plusieurs, inférieure à celle des premiers. Ce sont ceux d'OLONETZ-NOWOGOROD, de TAURIDE et de WIATA, au nombre de trois.

La troisième classe renferme les plus spacieux, qui sont en même tems les plus inhabités ; savoir ceux d'ARCHANGEL, de WOLGDA, d'ECATHERINOSLAW, du CAUCAZE, de STARATOW, d'UFA, de PERM, de TOBOLSK, de KOLIWAN et d'IRKUTSK, au nombre de six, dans lesquels se trouvent les cinq gouvernemens de l'*Asie*, le premier étant de l'Europe ; mais comme la force d'un état consiste bien plus dans sa population que dans son étendue ; les politiques ont dû desirer connaître quelle pouvait être

(1) J'ajoute ce détail pour l'instruction des lecteurs; il eût été fastidieux dans une leçon publique, où le défaut de cartes assez grandes ne permettait pas de montrer et de distinguer chacun de ces gouvernemens.

celle de la Russie. Les obstacles que l'on rencontre, lorsque l'on recherche les bases sur lesquelles on doit établir ces calculs, en ont rendu jusqu'ici les résultats fort incertains.

On cite le premier dénombrement des têtes imposables, fait en 1722 par le czar Pierre Ier. : on trouva 5,794,628 hommes soumis à la capitation, les maîtres payant pour leurs domestiques et leurs paysans. Mais la Finlande, la Livonie, l'Estonie, l'Ukraine, n'étaient pas alors soumises à cette capitation. Il y avait aussi des habitans de l'Empire qui n'y étaient pas compris. On les évalue à 1,205,072 ; ce qui donne en tout 7,000,000 d'hommes, en doublant pour y comprendre les femmes, 14,000,000.

Le second dénombrement commença en 1742, et porta la population à 6,646,390 hommes, non compris ceux qui ne payaient pas de capitation ; ce que l'on évalue à 1,353,390 hommes : en tout 8,000,000 d'hommes, et par conséquent avec les femmes, une population de 16,000,000 d'ames.

Le troisième dénombrement eut lieu en 1762, et les années suivantes, et fut fait avec plus de soin. On y compta :

Dans les anciens gouvernemens...	7,363,348 hommes.
Dans la petite Russie, en 1764....	955,228
Dans la Finlande, en 1765......	117,998
En Esthonie, en 1773...........	176,000
En Livonie, même année......	447,360
En tout.........	9,059,934.

Mais il ne faut pas se disimuler que la population s'accroît prodigieusement en Russie ; que dans quel-

Mais il faut ajouter à cette somme l'armée, la noblesse, le clergé; ce qui fait porter cette révision à 10,000,000 d'hommes, et par conséquent à 20,000,000 d'individus.

Je n'ai pu me procurer les résultats précis du quatrième dénombrement, commencé en 1782; mais j'ai appris par des voies très-sûres, qu'à l'époque du voyage de Catherine II en Crimée, l'an 1787, tous les gouvernemens, y compris celui de Tauride, ont offert une population de 13,179,411 contribuables, tant paysans que bourgeois; ce qui peut faire, en y ajoutant les femmes, une population totale de 27.358.822 ames; mais comme dans ce calcul on ne comprend ni les nobles, ni les employés par le gouvernement, ni les militaires, ni le clergé, nombre qui peut être porté à 1,65?,120 individus, il en résulte qu'au quatrième dénombrement, la population totale de la Russie était de 28,000,000 d'ames. Quelques personnes pensent que le nombre pouvait bien être 30,000,000, dont 22,600,000 dans la partie européenne, 2,800,000 dans la partie asiatique. Mais depuis cette époque, la Russie en a beaucoup perdu par la guerre, et quelques épidémies. On croit donc que la population n'excède pas 29,000,000; ainsi la population de la France, que l'on estime de 25 à 26 millions, ne serait que de 3 à 4 millions inférieure à celle de la Russie, qui possède 320,000 lieues de surface, tandis que la France n'en a que 26,931. (1)

(1) L'annuaire publié à Paris, par le bureau des longitudes donne à la Russie une population de 36000000, dont 26000000 de la Russie européenne; 4500000 de la Pologne; 5000000 de l'Asie et des îles.

ques gouvernemens, le rapport des naissances est à celui des morts, comme 11, 12, et même 15, est à 10; et dans d'autres, comme 14, 15, 16, et même 20, est à 10. Il y a tel endroit de la Russie, où les morts sont dans la proportion de 1 sur 26, 28, 29 et 32; il y a même des endroits où elle va de 1 sur 77.

En général, on prétend que dans toute la Russie, il meurt un homme sur 45 à 50, et que les naissances doublent les morts.

Mais, je l'ai déjà dit, les gouvernemens d'Asie sont très-peu peuplés; et pendant que dans quelques-uns de ceux de l'Europe, les plus peuplés, tels que ceux de *Moskow*, de *Toula*, etc., on compte à-peu-près 1000 à 1100 ames par lieue quarrée; dans beaucoup d'autres, on n'a plus par lieue quarrée que 93 habitans. Dans la partie européenne, qui renferme 27 millions d'habitans, chaque lieue quarrée en a 347; mais dans la partie d'Asie, où l'on ne compte tout au plus que 3 millions, il n'y a que trois habitans par lieue quarrée.

Ces questions, citoyens, qui, peut-être, vous paraissent un peu sèches, vous paraîtront cependant bien importantes, dès que vous réfléchirez à l'intérêt que nous avons à connaître les forces des différens états de l'Europe, s'ils sont nos ennemis (et déjà le nombre en diminue), pour savoir ce que l'on en peut craindre: s'ils sont nos amis, pour connaître les avantages que l'on peut en espérer.

Origine des différens peuples qui forment l'empire de Russie.

Je passe actuellement aux différens peuples qui composent la population générale de l'empire de Russie. Ces connaissances doivent entrer nécessairement dans celles qui forment la géographie politique de cet empire ; et cette simple indication peut offrir à la politique un apperçu utile ; puisque les différentes manières dont vivent les peuples, les opinions religieuses, etc. influent sur les avantages que l'état dont ils font partie, peut en obtenir.

On peut considérer les peuples compris dans l'empire Russe, sous différens rapports, dont trois sont importans, leurs *occupations*, leur *origine*, leur *religion*. 1°. Relativement à leurs occupations, on sait que les uns sont *cultivateurs*, d'autres *chasseurs*, et *pêcheurs*, d'autres *marchands*, et enfin des *vagabonds*, qui errent de province en province. 2°. Relativement à leur origine, les uns sont d'origine *Esclavone*, tels que les Russes et les Cosaques ; d'autres d'origine *allemande*, tels que les Allemands des gouvernemens de *Riga*, de *Revel*, de *Wibourg* ; les Suédois, dans ce dernier gouvernement et dans quelques îles de la Baltique, les Danois dans l'île de Worms et dans celle de Rugen ; d'origine *Lett*, tels sont les Letts, ou les Léthoniens qui sont dans le gouvernement de Riga, et les Lithuaniens.

Les Ostiaks d'origine *Finoise*, les *Finois*, les Livoniens, les Lapons, etc. ; d'origine *Tartare*, les *Tar-*

tares du Cuban, etc.; d'origine *Samoyède*, les Samoyèdes, les Moroses, etc.; d'origine *Mogole*, les Mogols, les Calmouks, les Burètes, etc.; d'origine *Manthchouse*, les Tongouses, etc.

On y trouve aussi des colons. Quant aux vagabonds, ce sont les Bohémiens qui sont en assez grand nombre.

3°. Quant à leur religion, les Russes sont de l'*église grecque*; les Allemands sont *Luthériens*, les Lapons sont *payens*, les Tartares sont *mahométans*, les Mogols, de la secte de *Shaman* ou de *Lama*.

La différence d'origine et de religion entre ces peuples peut offrir des données utiles à la république; comme celle qui se trouve entre leurs manières habituelles donne une idée des avantages qu'ils peuvent procurer à leur empire.

Les peuples chasseurs, ne vivant que des productions spontanées de la terre, et principalement de la chair des animaux sauvages, sont obligés de se distribuer sur le territoire qu'ils occupent en petites peuplades, et de se séparer à des distances proportionnées à la possibilité et à la facilité de pourvoir à leurs besoins, ce qui fait que leur population est la plus faible, dont l'espèce humaine puisse être susceptible.

Les peuples pasteurs se multiplient davantage que les peuples chasseurs. Le règne animal fournit à leur nourriture, comme à celle des peuples chasseurs, mais leur mode de nourriture est plus perfectionné chez eux que chez ces peuples. Les animaux

sauvages, nécessairement dispersés sur un grand espace, laissent la terre perpétuellement dans le même degré d'imperfection, sans jamais l'améliorer par leurs engrais. Les animaux domestiques, au contraire, continuellement réunis en masse et conduits de pâturages en pâturages, améliorent la terre, et lui font produire plus de nourriture qu'elle n'en fournirait aux animaux sauvages. Aussi, la population des peuples pasteurs surpasse-t-elle de beaucoup celle des peuples chasseurs. Sans cesse rassemblés en masse, et campés en corps d'armée, ils sont par-tout accompagnés de leur subsistance; et par cela même, ils sont très-inquiétans pour la Russie, et ils le seront encore plus un jour, malgré les efforts que l'on fait pour les déterminer à se livrer à la culture des terres: les Arabes et les Tartares, qui sont les deux grands peuples pasteurs de notre globe, ont renversé plus d'un trône.

Les peuples cultivateurs qui sont, comme on l'a dit, les plus nombreux en Russie, sont généralement tous esclaves, et forcés de travailler pour fournir aux dépenses effrénées de quelques familles privilégiées, qui vont consommer dans les villes le fruit de tant de peines. Il nous paraît impossible qu'ils vivent long-tems sous un pareil régime. On a lieu de croire que l'impératrice actuelle a voulu les affranchir; mais cette idée généreuse qui flattait son ame dans les premières années de son règne, et que ses sujets n'ont point oubliée, est devenue la terreur de ses vieux ans. Cette Catherine, chantée par Voltaire, n'est plus celle qui règne en Russie. Les cour-

tisans et les passions l'ont perdue, et depuis long-tems la philosophie a déserté de sa cour. Il faut convenir que l'extrême ignorance dans laquelle est plongée cette masse d'esclaves, est un obstacle à leur liberté. On a déjà fait quelques essais partiels qui n'ont pas été heureux, parce que ces hommes stupides, abrutis par les liqueurs fortes, passent aussitôt à une extrême licence.

Pour completter, citoyens, l'espèce de tableau statistique que j'ai commencé à vous tracer de l'empire de Russie, j'ai encore à vous parler des finances, des forces de terre et de mer, et du commerce; mais aussi ne pouvant pas me dissimuler que ces énumérations méthodiques ne soient fastidieuses pour la plûpart des auditeurs, je vais m'arrêter ici un instant pour vous donner quelques détails intéressans sur les peuples les moins connus de ce vaste empire.

Je m'arrêterai donc peu à ce qui concerne les Russes. Je dirai seulement que le peuple est tenu dans une dépendance servile; que pour être admis à la cour, avec quelques égards, même comme étranger, il faut être revêtu d'un grade militaire; enfin, que le clergé y vit dans l'ignorance la plus crasse.

Je passe à d'autres peuples moins connus.

Samoyèdes.

Les Samoyèdes sont un des peuples chasseurs. On en trouve dans le gouvernement d'Archangel et dans la Sibérie, où ils s'étendent jusqu'à l'Enissei. Ils se nomment dans leur langue *Kasova*; et sont divisés en plusieurs tribus. Ils disent qu'ils tirent leur ori-

gine des contrées orientales. Quoiqu'il y ait entre leurs tribus des différences que l'on peut observer, cependant on peut dire, en général, que les Samoyèdes ont le visage plat, rond et large. Ils ont de larges lèvres retroussées, le nez large et ouvert, peu de barbe, et les cheveux noirs et rudes. La plûpart sont plutôt petits, que de taille médiocre, mais assez bien proportionnés. Ils sont sauvages et remuans, et mènent une vie indépendante dans les froids déserts du Nord, de l'Europe et de l'Asie. Les uns se rasent en partie la tête, les autres laissent croître leurs cheveux, plusieurs portent des moustaches, d'autres laissent une petite barbe de chaque côté du menton. En général, ils sont fort mal-propres. Les femmes sont tenues par les maris dans un état de servitude et d'avilissement qui n'a d'exemple que chez certains peuples sauvages. On ne donne aux enfans leurs premiers noms qu'à l'âge de 5 ans, et à 15, celui qu'ils porteront toute la vie. Ces noms sont tous pris dans des objets physiques, tels que *Chanscha*, ou traineau; *Nermé*, ouverture dans la glace. On ne donne pas de noms aux filles. Lorsqu'ils se préparent à enterrer leurs morts, ils les revêtent d'autant d'habits qu'il est possible, et lui renversent un chaudron sur la tête, pour la conservation de son ame, l'emballent avec des cordes, et le tirent hors de la tente par un trou fait exprès; car, selon eux, il entraînerait quelqu'un de sa famille après lui, si ce mort sortait par la porte qui sert de passage aux vivans. Ils ont un grand respect pour leurs magiciens, personnages fourbes et ridicules, qui sont eux-mêmes les propres victimes de leur

art mensonger ; car ils se mettent dans des agitations convulsives , pour prouver au peuple qu'un esprit supérieur les agite. On trouve cette même espèce de fourbes chez tous les peuples de l'Asie septentrionale. Entr'autres contes qu'ils débitent sur la puissance de leur art, ils assurent que plusieurs d'entr'eux peuvent se faire serrer le col avec tant de force, que la tête en saute, mais qu'ils la replacent ensuite sur leurs épaules, et ne s'en portent pas plus mal. Ces peuples, ainsi que les *Ostiacks*, vivent de la pêche, qui se fait dans l'*Oby*, mais où on ne peut pêcher, lorsque les eaux sont trop hautes. Ils sont idolâtres de la secte *Schaman*.

Ostiaks. Le mot Ostiak est d'origine tartare ; car *Mansi* est le véritable nom de ce peuple voisin des Samoyèdes, et se trouvant, comme eux, près de l'*Oby*, ils sont d'origine *Finoise*. C'est un des premiers peuples que les Russes aient découverts, et soumis en Sibérie. Ils s'étendent le long du fleuve, depuis le soixante-dixième degré environ, jusqu'au cinquante-huitième.

Les développemens de notre constitution physique, sont tellement liés à la qualité des climats, que l'on retrouve partout dans les parties septentrionales, des corps grêles et de petite stature, tels sont aussi les Ostiaks ; ils sont petits et ont les jambes maigres et effilées. Presque tous ont la figure désagréable et le teint pâle ; leur chevelure est assez généralement rougeâtre, et ils la laissent flotter autour de leur tête, sans en prendre aucun soin. La seule nécessité pour les besoins de la vie , peut les engager au travail ; leur vêtement est grossier et fait de peaux d'animaux,

le poil en dedans sur la peau ; ils ont une autre parure par dessus : ceux qui donnent dans le luxe, se font pour l'été une sorte de gilet, de petits morceaux de draps de toute sorte de couleurs chamarrées, de peaux de chien blanc, et de queues de renards : les femmes n'ont qu'une simple robe de chambre de fourrure dont elles croisent un côté sur l'autre. Un de leurs principaux ornemens est d'avoir le dessus des mains, l'avant-bras et le devant de la jambe tâtoués ; et pour se procurer cet agrément, elles dessinent la figure qu'elles veulent porter ainsi, avec de la suie; elles piquent ainsi ce trait avec une aiguille, jusqu'à ce que le sang en sorte; ces piqûres se remplissant de suie, laissent appercevoir des points bleux bien imprimés dans la peau. Et les hommes s'incrustent de même sur le poignet le signe par lequel ils sont désignés dans les livres où l'on enregistre les tributaires. Dans les maladies, ils se font aussi tracer différentes figures sur les épaules, persuadés que c'est hâter leur guérison. Les Ostiaks sont pêcheurs par besoin et par habitude, et chasseurs par circonstance; ce n'est guères que lorsqu'ils peuvent prendre des oiseaux au filet. Leurs habitations, espèces de tentes que l'on nomme généralement Iourtes, et qu'ils appellent *Tochoum*, sont fort simples et se déplacent aisément : voici ce qui se pratique pour la construction de ces maisons portatives. Ils emportent avec eux des bandes d'écorce de bouleau cousues ensemble pour servir à la couverture de la cabane ; comme il y a des forêts dans presque toute la contrée, ils trouvent par tout des perches et des lattes pour les

monter; ils lui donnent une forme pyramidale : cependant il y a des Ostiaks sédentaires, qui ont des Iourtes de charpente ; les cabanes n'ont qu'une ouverture, que dans les gelées excessives on bouche avec un glaçon, vitrage d'une espèce singulière, mais qui a la propriété de laisser voir le jour (1). Les Iourtes qui sont construites à demeure, ont une certaine étendue ; mais chaque distribution est fort resserrée, et il y habite quelquefois jusqu'à 30 familles ; l'intérieur en est d'autant plus mal-sain qu'il n'y a aucune issue destinée à la fumée, quoique tous y fassent cependant sans cesse secher ou cuire du poisson, d'où il résulte une odeur infecte et que de plus la suie y pend du plafond par flocons. Je pourrais ajouter une cause aussi naturelle de puanteur d'une autre sorte, si je ne respectais la délicatesse de l'assemblée. Il suffira de dire, que dès qu'une fois ils ont ce qu'il leur faut en nourriture dans l'intérieur de leurs habitations, ils ne reconnaissent plus d'autres besoins d'en sortir. C'est par une suite de ce même respect pour les auditeurs, que je ne donnerai aucun détail sur leur malpropreté en tout genre ; il suffira de dire qu'elle est extrême, soit dans les préparations du manger, soit dans leurs vêtemens : des riches seulement se font une espèce de savon, tel que l'on vient à-peu-près

---

(1) Cet usage est assez général chez le peuple en Russie. Il se pratique de même pour boucher des magasins, des caves. On appose à l'ouverture un morceau taillé exprès, et pour l'y fixer on jette, autour, de l'eau tiède qui gèle aussi-tôt. On a observé que rien ne ferme plus hermétiquement.

d'en publier dernièrement une recette; cette opération consiste à faire bouillir de la graisse de poisson avec de la lessive.

Je finirai en disant que les femmes y sont dans l'état le plus abject et le plus malheureux; ce sont elles qui font tout, excepté la chasse et la pêche. Ils sont payens de la secte de Shaman.

Les *Kirguis*. Ce peuple habite aussi dans la partie occidentale de la Russie asiatique, mais il est au sud, à l'est de l'Oural ou Jaïk, et il est probable qu'ils sont d'origine tartare; ils se prétendent issus de Turkomans, habitans près le lac d'Aral, dont ils sont encore assez proches, et en effet ils sont mahométans, comme le devraient être les Turkomans; ils n'ont pris leur nom actuel que depuis qu'ils eurent servi dans les armées de sultan Karguis l'un des Seldjoncides; c'est pourquoi ils se nomment encore *Kerguisthkasak*, c'est-à-dire soldat de Kerguis.

Les Kerguis, car dans l'usage habituel, on ne dit pas Kirguis, sont divisés en trois hordes) les *Kirguis-Kaisaks* appelés de la petite horde, à l'est de l'embouchure de l'Oural, sur la côte nord-ouest de la mer Caspienne; les *Kirguis-Kaisak* de la horde du milieu, ayant au sud les *Kara-Kalpaks* et les *Kirguis-Kaisaks* de la grande horde, au-delà des limites de la Russie asiatique, sous le 8eme. degré de longitude orientale. Comme les Kalmouks, ils logent sous des tentes de feutres; mais elles sont plus grandes, mieux distribuées et plus propres en général; ils vivent fort bien,

parce qu'ils ont beaucoup de bétail. Les caravanes russes leur fournissent par des échanges, toutes les choses dont ils ont besoin. Ils ne fabriquent chez eux que des fourrures, des cuirs, un camelot, appelé armar, des couvertures de feutre, faites de laine de mouton, qu'ils ornent avec des laines de couleur, des vases de cuir, et plusieurs petits objets ordinaires et grossiers. Ils préparent les peaux avec du lait aigri à la manière des Kalmouks: ces peaux servent à l'habit des hommes; l'habit d'été des pauvres et des esclaves est de peau de gazelles; ceux d'une classe supérieure ont des habits de peaux de poulains, les crinières placées aux coûtures du dos et des épaules, y forment un ornement. Il y en a qui portent des habits de peaux de chèvres apprêtées et sans poil, ou teintes en jaune.

Ils portent des culottes de toile de coton et des chemises de toile bleue, qui sont ouvertes par devant et plissées comme des robes de chambre, ou plutôt comme des peignoirs : ils les lient autour du corps, et portent par-dessus l'habit, une ceinture de cuir, une poire à poudre et un sac de plomb; et les plus riches ont un fusil à eux; leurs bonnets sont de feutre, se terminent en cône, et sont accompagnés de deux aîles dont une est ordinairement abattue; les bonnets d'hiver en ont quatre. Ils ont tous des bottes assez mal faites, il est vrai, qu'ils les achètent des Boukhares; leur usage est d'être habituellement à cheval.

Ce qu'il y a d'assez remarquable, c'est que les jeunes

gens sont assez bien de figure, et que les hommes âgés sont laids et hideux, ayant en outre beaucoup d'embonpoint. Les premiers n'ont que la moustache, les vieillards laissent croître leur barbe.

L'habillement des femmes consiste en une chemise de toile bleue fermée par devant, et elles ne portent, dans la maison, que cette chemise; lorsqu'elles sortent, elles ont de longues culottes, s'enveloppent les jambes avec des bandes, mettent des chaussons à leurs pieds, et se coëffent avec des mouchoirs de coton blanc ou de couleur. Comme les Kirguis professent la religion mahométane et que, dans cette religion, la pluralité des femmes est permise, ils en ont autant qu'ils en peuvent acheter ou prendre par le pillage. Chaque femme ordinairement a sa tente, quelquefois aussi la même tente en renferme deux; ils sont fort jaloux, ainsi que tous les mahométans dont ils ont tous le fanatisme et l'ignorance. Chaque horde a un grand prêtre que l'on nomme *Akkoum* ou frère, en Arabe; ils obéissent à un souverain, que l'on nomme Khan. Leur principale nourriture consiste en chevaux, antilopes et cerfs, et leur boisson ordinaire est du lait aigri qu'ils nomment *Aïren* et *Koumiss*.

Mais aussi malheureux que les Ostiaks, quant aux superstitions, quoique n'étant pas idolâtres, ils ont des magiciens; on en connaît au moins de cinq sortes. Ce sont des fourbes assez adroits; ils débitent plusieurs historiettes pour accréditer leur pouvoir et affermir leur réputation: je n'en rapporterai qu'une qui n'est pas longue. Les Kirguis poursuivaient un parti de Kalmouks, qui avait aussi son sorcier, et

celui-ci les avertissait de l'approche de l'ennemi, qu'il découvrait par le secours de son art.

Le sorcier *Kirguis* soupçonna la cause de cet éloignement; et aussitôt il engagea les Kirguis à seller leurs chevaux, dans le sens opposé à l'usage, de manière qu'étant en selle ils eussent le visage tourné du côté de la queue.

C'en fut assez pour tromper le sorcier Kalmouk; les Kirguis continuèrent leur route, arrivèrent près de l'ennemi, dont la troupe fut prise : on ajoute que l'on fit en même tems un grand butin. C'en est assez pour accréditer de tels oracles.

Cette nation vit très-indépendante, parce qu'ils ont peu de Khans, ou chefs suprêmes. Les branches principales ont des chefs que l'on nomme *Aïmar*; on leur obéit presque volontairement. Ceux qui ont un parti considérable en leur faveur, prennent le titre de *Sultan*; ils admettent une noblesse, que l'on nomme *Bet*; après eux sont les *Knodsa* : les *Moursen* forment une classe distinguée entre le peuple.

Le *Khan* qui commande à la petite horde, est nommé et payé par la Russie; mais il a très-peu d'autorité, et ne juge pas les affaires; il se tient trois assemblées générales par an pour ces objets : elles sont composées des vieillards de la nation, et des chefs de chaque branche. Les assemblées extraordinaires ont lieu assez ordinairement, lorsque l'on veut déclarer la guerre au dehors : mais souvent ils font des invasions sans qu'elles aient été convenues dans une assemblée générale.

On

On a remarqué que lorsqu'ils sont sur les terres des Russes, c'est toujours après que leurs troupeaux sont éloignés, qu'ils commettent quelques dévastations, afin d'avoir la possibilité de se retirer à la hâte. Mais comme les caravanes passent de tems à autre sur leur pays, on cherche à se les concilier, pour n'avoir pas à les craindre; en effet, pour quelques présens qu'ils reçoivent, ils escortent les caravanes.

Au reste, ils ne sont ni méchans, ni sanguinaires, et leur but principal n'est pas de tuer des ennemis, mais d'en faire des prisonniers, puis des esclaves; ces esclaves sont traités fort doucement par leurs maîtres.

Leurs richesses consistent dans le bétail, et sur-tout en chevaux et en moutons; ils ont peu de chameaux et point de bêtes à cornes, si ce n'est pour les transports et les chariois. On ne trouve nulle part des moutons aussi gros, ni aussi difformes que ceux des *Kirguis* : ils sont plus haut qu'un veau naissant, et pèsent ordinairement 132 à 165 livres; dont 40 à-peu-près pour le poids de la queue. Comme les déserts qu'habitent les *Kirguis* abondent en sel, la neige y fond promptement, et les moutons n'y maigrissent pas malgré les froids de l'hiver.

Les *Kirguis* mènent une vie pastorale très-frugale, et préservent leurs troupeaux de la rapacité des renards, en faisant à cet animal une chasse continuelle, et à laquelle ils emploient souvent des aigles; il les poursuivent aussi à cheval. Ces fréquens exercices et leur bonne nourriture entretiennent leur vigueur.

jusques dans un âge très-avancé ; car ils deviennent très vieux.

Ils ont une telle horreur de la petite vérole, qu'ils tueraient plutôt un homme qui en est atteint, que de s'en laisser approcher. C'est probablement une suite des ravages qu'elle a faits quelquefois parmi eux.

Ils enterrent leurs morts dans des fosses peu profondes, les y placent tout habillés, recouvrent la terre de branchages, la tête est toujours à l'ouest. Dans les contrées montagneuses ils couvrent les sépultures d'un amas de pierres ; je l'ai déjà dit, ils sont Mahométans.

Baschkirs. Ces peuples sont d'origine Tatare ; ils habitent de l'un et de l'autre côté de l'*Oural*, les uns un peu au dessus de son embouchure ; ceux de la partie orientale sont assez riches..... Ils élèvent de superbes chevaux, mais les taons et les mouches les chassent des landes pendant les mois de juin et de juillet ; alors ils mènent ces animaux dans les bas-fonds des montagnes.

Ces peuples sont passionnés pour le *koumis* dont j'ai déjà parlé, boisson faite avec du lait aigri.

Ils s'occupent d'agriculture et cultivent principalement pendant l'été l'orge et l'avoine : leur mets principal en hiver est le *krout*, fromage fumé, qui, avec les grains, suffit à leur subsistance. Mais un des avantages qu'ils trouvent aux excès de boisson en *koumis*, c'est que cette ivresse leur ôte le besoin, ou plutôt la possibilité de pouvoir manger pendant trois jours.

Leurs femmes ont de longues robes, brodées autour du col, et des plaques d'argent à leurs bonnets, avec un voile, fixé sous le menton par une petite courroie; au surplus, elles sont très-actives, et s'occupent des travaux les plus rudes.

Vogouls. Les *Vogouls* sont d'origine *Finnoise*; ils se trouvent un peu plus au nord, dans la province d'Ecaterinbourg, entre les monts Ouraliques et le Jaïk. Ils vivent assez éloignés les uns des autres par petites communautés, et se pratiquent, dans les forêts, des enclos de 10 à 12 verstes (1). Ils y rassemblent des fourrages de bétail, et y prennent différentes sortes de gibier dans des pièges. Ils paient leurs tributs en peaux d'élan, et vendent ou consomment le reste de l'animal; ce qui n'est pas mangé dans sa fraîcheur est coupé en larges bandes, et se sèche à l'air et à la fumée.

Je dois remarquer qu'ils pratiquent un procédé que le citoyen d'Arcet vient de publier, comme suppléant, très-bien à la marmite de *Papin*, sans en avoir les dangers. Dans les tems de disette, ils broient les os, et en obtiennent de bon bouillon.

Ce peuple est de petite stature et efféminé; il ressemble un peu aux *Kalmouks*, excepté qu'il est plus blanc. Les *Vogouls* ont le visage rond, et leurs femmes sont assez jolies : on remarque qu'à la différence des

---

(1) Le verste est une mesure nette de 104 degrés de l'équateur, estimé à 25 de nos lieues, comprenant chacune 2284 toises, ou quatre miliaires et demie de la nouvelle mesure.

Ostiaks, ils ont tous les cheveux noirs, et n'ont que très peu de barbe. Ils ont adopté une partie des mœurs russes, et particulièrement leurs danses; leur langue a beaucoup de rapport avec la langue française. Ce peuple est idolâtre; ils ont même une figure de divinité près de la *Sosva*, dans la province de *Tobolsk*; on s'y rend d'assez loin en pélerinage; on y a trouvé plusieurs idoles enterrées, et entr'autres une en cuivre, représentant un homme armé d'un javelot.

ÉCONOMIE POLITIQUE.

VANDERMONDE, *Professeur*.

Il est tems de terminer aujourd'hui mon exposé sur la nature, la formation et la distribution des richesses; ce n'est encore que le premier des six chapitres du premier titre du cours, selon la division que j'ai adoptée dans le programme. Cette matière ne sera point épuisée dans ce chapitre, puisque ceux de la *circulation*, de l'*impôt*, de la *dette publique*, etc. devront en offrir de nouveaux développemens.

Je dois traiter, dans le second chapitre, de la valeur et du prix des objets; dans le troisième, de la population; dans le quatrième, des principes politiques de l'agriculture; dans le cinquième, du commerce des grains; et enfin dans le sixième, je dois établir quelques principes sur l'instruction publique, consi-

dérée dans ses rapports immédiats avec la production des richesses.

Il me reste, comme vous voyez, une quarantaine de notes sur le premier chapitre; et il me serait impossible dans le cours de la séance, d'insister sur chacune d'elles, autant que je le desirerais. Je ne pourrai que les parcourir.

Elles sont divisées ici en trois articles. Le premier, sur les différens genres de propriétés; le second, sur les encouragemens généraux de la production; le troisième, sur les obstacles généraux à la formation des richesses. Ces trois articles n'ont pas leurs subdivisions complettes dans les notes que j'ai sous la main. Ces notes, triées sur un plus grand nombre, ne présentent que quelques points remarquables.

J'ai parlé, dans la dernière séance, de deux différens genres de fortune: celles que se font les hommes laborieux; celles dont jouissent les hommes oisifs. Il y a des fortunes de tous les degrés dans ces deux genres.

Une autre distinction, à laquelle on attache communément beaucoup d'importance, est celle qui existe entre les propriétaires fonciers et les capitalistes; entre ceux qui ont leur fortune en immeubles, et ceux qui l'ont en marchandises ou en crédit.

Il y avait autrefois, il y a même encore, une grande différence, ou plutôt une espèce d'opposition, entre les habitudes et les manières de voir de ces deux genres de riches. Le tems et la force des choses, et sur-tout nos principes d'égalité, effaceront peu-

à peu ces différences. Vous verrez même, lorsque je traiterai des assignats, combien la facilité qu'ils offrent de mettre en circulation les titres de propriété, devra contribuer à faire entièrement disparaître cette distinction. Les progrès de la civilisation doivent faire qu'il n'y ait plus parmi les riches que des capitalistes, des entrepreneurs. Ce nom de capitalistes, qui ne s'applique guère aujourd'hui qu'à des banquiers et à des financiers, ne s'y appliquera plus; car ces deux métiers n'existeront pas. Leur introduction n'a eu pour principe que l'ignorance générale. Quand les gouvernemens seront suffisamment instruits, il n'y aura plus ni financiers, ni banquiers. Ceux-ci seront suppléés avantageusement par un bureau de l'agence des relations extérieures, et le crédit des premiers ne paraîtra plus une ressource nécessaire; ou, si l'on veut, tous les négocians seront banquiers, sans faire la loi au commerce; et tous les riches seront financiers, sans faire la loi au gouvernement.

Au reste, la différence des manières de voir ne me paraît pas suffire, pour caractériser deux genres de fortune. La différence entre ceux qui ont leur bien au soleil, et ceux qui l'ont en porte-feuille, ne me paraît pas plus essentielle que celle qu'on voudrait établir entre des hommes également riches, dont les uns porteraient des habits de soie, et les autres n'en porteraient pas. Puisqu'il y a toujours des terres à vendre, puisqu'il n'y a plus aujourd'hui de castes privilégiées, ni de droits féodaux, lorsqu'un homme riche n'a pas de terres, c'est qu'il ne se soucie pas d'en avoir.

Ainsi, ces intérêts qu'on regarde comme si opposés, et qui ne l'ont jamais été que par un effet de la mal-adresse ou de l'injustice des gouvernemens, parviendront à se confondre. Il n'y aura plus d'opposition entre la possession des terres et celle de l'argent.

Y a-t-il maintenant une opposition réelle entre l'intérêt des riches et celui des pauvres ? entre l'intérêt de ceux qui peuvent vivre sans travailler, et celui des hommes qui ont besoin de travailler pour vivre ? C'est un objet de discussion beaucoup plus intéressant, et qui doit trouver ici sa place.

Les circonstances actuelles ne laissent plus aucune crainte sur cette guerre des pauvres contre les riches, dont on s'est exagéré le danger. Si elle pouvait avoir lieu, l'aveuglement des pauvres n'en serait pas le seul principe ; il pourrait y en avoir un second, l'insolence et l'injustice des riches.

Si l'on n'avait jamais prétendu que les droits politiques appartiennent essentiellement et exclusivement aux propriétaires des terres ; si les jurisconsultes romains n'avaient pas défini la propriété, le droit d'user et d'abuser ; si l'on ne fondait pas aujourd'hui les prétentions des émigrés sur le systême d'une propriété antérieure au contrat social, on pourrait regarder cette discussion comme inutile. Mais les fausses bases mènent aux faux calculs ; et notre mission est ici d'apprendre à calculer juste en économie politique.

J'ai tant insisté, dans les séances précédentes, sur l'utilité et l'importance du droit de propriété, et par-

ticulièrement de la propriété territoriale héréditaire, que je ne puis pas être soupçonné de lui vouloir ôter rien de réel. C'est altérer, au contraire, le respect pour son véritable titre, que de lui en chercher d'imaginaires.

Ceux qui veulent réserver exclusivement les droits politiques aux propriétaires de terres, s'appuient sur deux suppositions. La première, que j'examinerai tout-à-l'heure, est l'existence d'un droit primitif et antérieur au contrat social; la seconde est un attachement plus naturel et plus direct à la prospérité publique qu'ils leur attribuent.

Ce second point mérite un examen sérieux.

Il faut d'abord écarter une fausse analogie. Il faut ôter à cet argument la force que paraissent lui prêter les exemples des anciens. Leur droit des gens donnait les propriétés particulières aux conquérans; les propriétés mobiliaires n'étaient presque rien chez les anciens.

Qu'importe aujourd'hui à un propriétaire de terres que le gouvernement passe ou non entre des mains étrangères? Combien n'en est il pas aujourd'hui, que la constitution démocratique effraye, et que la domination d'un prince, même étranger, accommoderait beaucoup mieux? Dans un pareil évènement, ne seraient-ce pas au contraire les créanciers de l'état qui courraient les plus grands dangers?

Ne semble-t-il pas d'ailleurs qu'aujourd'hui un propriétaire de terres, et sur-tout un grand propriétaire, soit obligé d'en consommer le revenu sur le lieu

même? Qui est-ce qui appauvrissait nos provinces dans l'ancien régime? n'étaient ce pas ces propriétaires, qui en forçaient de toutes manières le revenu, pour le consommer ailleurs? Ne sont ce pas eux qui ont émigré?

L'identité des intérêts entre les grands et les petits propriétaires, n'est qu'une illusion. Il ne faut pas comparer ceux qui louent leur bien, et qui sont la majeure partie, avec ceux qui cultivent de leurs propres mains. S'il n'en eût existé que de cette espèce, ils n'eussent pas trouvé des avocats si subtils et si éloquens. Ceux-là sont modérés et justes, et ils ne veulent pas priver les autres de leurs droits politiques; ils ne veulent pas renverser notre déclaration des droits.

S'il faut être propriétaire de terres pour être citoyen, l'insurrection est un devoir pour ceux qui ne le sont pas. Ces Spartiates à qui on réproche leur férocité, à l'égard des Ilotes, n'étaient que des hommes conséquens. Les droits politiques ayant été réservés aux seuls propriétaires de terres, il ne fallait laisser aux autres aucun moyen d'insurrection; il fallait arrêter leur population par des moyens quelconques.

Les jurisconsultes romains ont défini la propriété, *le droit d'user et d'abuser*. Pour expliquer une pareille déraison, il faut se rappeler l'époque où ils ont posé leurs principes: ce fut celle du plus féroce despotisme. Eh quoi! si j'ai recueilli mille septiers de blé, j'aurais le droit d'en jetter les trois quarts à la rivière: j'aurais le droit de laisser tout un canton en friche, s'il m'appartenait! Non, c'est l'amélioration

tion, c'est l'utilité publique qui est le principe du droit de propriété. Il n'est légitime que lorsqu'on remplit les devoirs qu'il impose. (1) Le législateur ne doit pas régler l'emploi que les particuliers feront de leur bien, je le sais; mais il doit exister un moyen quelconque de répression des délits dans l'abus qu'ils en pourraient faire. Cet exemple, et cent autres, prouvent que l'établissement public ne peut pas être complet, sans l'exercice d'un pouvoir de censure.

Voyons si ce droit de propriété foncière et héréditaire est, comme ils le supposent, primitif, essentiel, et antérieur au contrat social.

Avant d'accuser ceux qui ont posé ce faux principe, je dois rapporter un motif qui peut leur servir d'excuse. Lorsque Louis XIV devint dévot, les scrupules lui vinrent sur l'énormité des impôts, dont ses malheurs lui faisaient une nécessité. Il consulta des casuistes: leur réponse fut, que le royaume appartenait à sa majesté, et que les particuliers ne jouissaient de l'usufruit que par sa grace. Ils dissipèrent ainsi ses scrupules.

En supposant à chaque particulier un droit primitif, on a cherché à détruire le mauvais raisonnement de ces casuistes; mais on l'a détruit par un raisonnement qui n'était pas meilleur. Nous n'étions pas mûrs encore pour la déclaration des droits.

Cette déclaration établit la propriété comme un droit naturel, et avec raison; car tous les hommes sont propriétaires de quelque chose: mais il n'y a

(1) N'excusons pas, comme l'a fait le respectable Condorcet, dans un moment d'humeur, *la barbarie même du propriétaire.* (Réfl. sur le comm. des blés.)

de droits naturels, que ceux qui appartiennent à tous. La propriété foncière et héréditaire, n'étant pas, et ne pouvant pas être constamment dans ce cas, ce ne peut pas être sur elle exclusivement, que porte cette déclaration.

La propriété n'est point antérieure au pacte social ; c'est lui, comme l'observe J. J. Rousseau, qui *donne* au citoyen la *propriété* de tout ce qu'il *possède*. « Le droit que chaque particulier a sur son propre fonds, ajoute-t-il, est subordonné au droit que la communauté a sur tous ».

Sans ce principe, je ne vois pas ce qu'on pourrait opposer aux raisonnemens des émigrés qui réclameraient leurs biens. « Vous vous êtes sauvés dans le danger de la patrie », leur direz-vous ; pouviez-vous, répondront-ils, nous garantir des brigands? et notre peur n'était elle pas légitime? « Vous avez pris les armes contre votre patrie » ; non pas, répondront-ils, c'est contre ceux qui égaraient le peuple ; mais nos propriétés en sont-elles moins sacrées? nos droits ne sont-ils pas antérieurs à tout pacte social?

Avouons donc qu'il n'y a rien d'antérieur au pacte social ; ce pacte est comme les axiomes de la géométrie, d'une vérité *éternelle*. Ce n'est pas dans l'histoire de l'homme, c'est dans sa nature qu'il en faut chercher la teneur. Il doit se déduire clairement, et incontestablement de cela seul, que la société est contractée entre des êtres doués de raison. On peut le réduire à une seule phrase, comme a fait Jean-Jacques Rousseau : mais si la langue philosophique était plus avancée, si les notions politiques étaient

susceptibles d'un calcul rigoureux, comme l'arithmétique et la géométrie, on y pourrait renfermer toutes les bases de l'état social, et on pourrait les regarder comme sanctionnées par l'assentiment unanime de tous les hommes, quoiqu'elles ne l'eussent jamais obtenu en effet.

Nous supposer à l'origine du pacte, supposer que c'est aujourd'hui que l'établissement des droits se traite entre tous, c'est dire que tous les droits d'hier sont anéantis ; c'est légitimer la guerre entre le riche et le pauvre.

On peut déduire la propriété territoriale du droit de premier occupant, quand on suppose, comme Jean-Jacques, que chacun n'occupe que le terrain dont il a besoin pour subsister, et qu'il en ait pris possession par le travail et la culture. Mais supposer, comme Turgot, qu'il ait suffi de l'enclore ; appliquer cette idée d'un travail personnel, non pas à tout le terrain, mais seulement à ses limites, c'est une subtilité servile ou intéressée, qu'il est permis de blâmer malgré la réputation de l'auteur.

La propriété a ses véritables fondemens dans l'utilité publique et dans la justice. Rousseau les a très-bien exposés dans la leçon donnée à son jeune Emile, par le jardinier Robert ; mais Robert avait bêché la place même où Emile était venu planter sa fève : s'il n'eût fait qu'un fossé autour, Emile n'eût rien compris à sa leçon.

Turgot a inséré l'idée dont je viens de parler, dans un petit ouvrage sur la formation et la distribution des richesses ; que je n'ai pas eu encore

occasion de vous indiquer. Je dirai en passant, que cet ouvrage est cité une seconde fois dans mes notes, au sujet de l'abaissement de l'intérêt, dont l'auteur donne une très-belle image, en le comparant à celui des eaux d'un déluge.

Ceux qui croient que le pauvre industrieux est jaloux du bonheur des riches, ne l'ont pas suffisamment observé. Quand le travail ne lui manque pas, quand il n'a rien à redouter d'eux, il les regarde en général avec plus de pitié que d'envie. Il sait se procurer toutes les jouissances essentielles, et il ne desire pas leurs jouissances particulières; il en apperçoit, mieux qu'ils ne le font eux-mêmes, les tristes résultats. Si les riches sont humains et équitables, ils n'auront jamais de guerre à redouter de la part des pauvres. La partie du peuple qui a la force réelle, possède quelque chose; et si peu que ce soit, elle voudra toujours le défendre contre les brigands: elle sera toujours du parti des bons riches.

Il me reste encore à dire un mot des fortunes mal acquises, et de leur légitimité très-réelle, après un laps de tems suffisant. Ira t-on me contester ma fortune, parce que celui de qui je la tiens, et qui l'a faite, il y a cent ans, n'a pu l'acquérir que par des moyens illégitimes? Non, sans doute, parce qu'il n'existe plus ni pièces ni témoins qui puissent servir à prouver juridiquement les dilapidations, les vols, les brigandages qui en ont été le principe; et parce que ce genre de prescription est nécessaire à l'ordre social.

Elle est *légitime*; est-elle *juste?* Non. Il y a une *juste fortune*, comme il y a un juste prix des choses,

Tout ce qui est licite selon la loi, n'est pas licite selon la morale. La morale permet les grands avantages comme les petits ; mais aussitôt qu'ils deviennent *énormes*, elle les proscrit.

La juste fortune se mesure par la valeur des services qu'on a rendus soi-même à la société, et par ce qui subsiste des accumulations qu'ont pu faire sur leur juste fortune, ceux qui nous les ont légitimement transmises.

Si j'ai la conscience intime qu'une fortune, dont j'ai hérité, ait été mal acquise, je ne puis pas la regarder comme à moi. Et si quelque institution donne naissance à un pouvoir placé par le peuple au-dessus des lois, pour suppléer à leur imperfection inévitable, il peut, d'après la notoriété publique, en porter le même jugement.

Je passe maintenant à ces encouragemens généraux, dont j'ai promis de vous dire un mot. Je dois d'abord remarquer que les entreprises des particuliers sont avantageuses à l'état, lors même que leur succès ne répond pas aux espérances. Si cela était bien senti, les gouvernemens mettraient moins de parcimonie dans leurs encouragemens pour les entreprises nouvelles.

Je vais vous citer, à cet égard, les paroles mêmes d'un homme bien décrédité, qui a été chassé de France et déshonoré pour avoir eu raison. C'est le fameux Jean Law, l'auteur du trop fameux systême, dont il a fallu attendre qu'un Anglais nous dévoilât le secret, cinquante ans après. Voyez l'histoire que

donne Stewart, de notre banqueroute de 1720. Le petit traité sur les monnaies, publié par Law en 1715, m'a toujours paru un chef-d'œuvre. Vous y trouverez cette découverte, que je vous ai tant vantée, celle de nos assignats. Voici le passage de ce traité que je vous indiquais tout à l'heure.

« Si B, dit Law, fait travailler 100 personnes pour 100 liv. par jour, et que leur travail produise une amélioration de 120 liv., B ne gagne que 20 liv. et l'état en gagne 120. Il les gagnerait quand B perdrait 20 l. au lieu de les gagner. B achète 150,000 l. une terre qui n'est d'aucun rapport; il en dépense 150 autres mille pour la mettre en valeur, et il ne parvient à lui faire rapporter que 6000 livres; il a mal employé son argent, puisqu'il n'a que deux pour cent de produit net; mais l'état gagne tout le produit brut de cette terre ».

Cette remarque conduit l'auteur à conclure que tout travailleur vaut à l'état dix mille livres au moins en sa vie, en sus de sa consommation. C'est l'entrepreneur, le maître ouvrier, le marchand, etc. qui les gagnent.

Le seul encouragement constamment efficace de l'agriculture, de l'industrie et du commerce, c'est l'étendue et la sûreté des débouchés. En France, c'est le commerce intérieur qui offre les débouchés les plus sûrs et les plus étendus. Il faut qu'il y ait de la réciprocité, à cet égard, entre les cultivateurs et la classe industrieuse : celle-ci a toujours besoin des produits de la terre; et pour qu'il y ait réciprocité,

il faut que les cultivateurs aient des besoins factices et puissent les satisfaire.

Les débouchés intérieurs ne peuvent pas suffire dans tous les cas ; il en faut à l'extérieur.

L'avantage dans le commerce extérieur consiste à obtenir chez les autres le produit du travail d'un grand nombre d'hommes, en échange de celui d'un plus petit nombre de nationaux. Mais l'essentiel n'est pas qu'on exporte, c'est qu'on puisse toujours exporter avec profit. Il faut que la perfection et le bon marché vous laissent toujours cette possibilité, afin de n avoir jamais à craindre de manquer de débouchés, et pour qu'il n'y ait jamais de stagnation dans le travail du peuple. Notez que si on n'exportait pas avec profit, il faudrait exporter à perte, pour solder les objets qu'on est obligé de tirer de l'étranger; et que comme il y a peu de gouvernemens instruits, il arrive communément dans ce cas, qu'au lieu de charger le fisc de cette perte, ils la laissent retomber sur l'agriculture et sur l'industrie.

Une autre remarque très-importante, c'est que le gouvernement ne doit jamais avoir en vue l'avantage des consommateurs, et qu'il ne doit s'occuper immédiatement que de celui des travailleurs. Si les travailleurs ont des ressources et de l'aisance, ils seront actifs et nombreux, et cela même conduit à pourvoir les consommateurs abondamment et à bon marché.

Un des élèves vient de me remettre, avant la séance, une lettre dans laquelle il propose des greniers d'abondance. Ceci me fournit l'occasion de lui répondre qu'il n'en faut point dans les pays qui peuvent se

suffire

suffire pour leur consommation en blé. Il n'a songé qu'à l'intérêt des consommateurs, et il a négligé celui des hommes laborieux qui s'occupent de la culture.

Je dois remarquer encore que c'est l'agitation des grandes villes qui est le ferment de l'émulation générale, le principe de l'abondance de toutes les productions. Les grandes villes, sont à la-fois, et l'effet et la cause de la prospérité des peuples modernes. Il est prouvé par les faits, qu'elle est proportionelle chez les différens peuples de l'Europe, au nombre des grandes communes, à leur population et à l'activité qui y règne. La prospérité croissante de l'Angleterre, depuis une cinquantaine d'années, y a créé des communes considérables dans des endroits où il n'existait que quelques maisons. Il s'est bâti à Londres, de nouveaux quartiers si étendus, qu'ils formeraient seuls des villes à comparer aux capitales des peuples pauvres.

Si les déclamations qui sont en vogue aujourd'hui contre les grandes villes, et sur-tout contre les capitales, avaient le moindre fondement, l'Angleterre devrait être aujourd'hui le pays le plus mal cultivé de l'Europe. La Hollande, où les villages sont plus peuplés et plus florissans que ne le sont ailleurs des cités fameuses dans l'histoire, ne devrait être couverte que de chardons : mais point du tout; il n'y a pas un pied quarré de terre en Hollande qui ne soit cultivé, et l'agriculture prend tous les jours de nouveaux accroissemens en Angleterre.

La vogue des déclamations contre les grandes villes

tient à plusieurs causes qu'il serait indiscret d'approfondir ; je me contenterai d'en indiquer une.

L'un des catéchismes le plus répandu parmi les ignorans, à qui la démangeaison de parler a fait sentir, depuis quelques années, le besoin de s'instruire, a été le traité de la législation de Filangieri. L'auteur est clair, méthodique, et sa table de chapitres est assez complette : cela est très-commode pour les perroquets ; Filangieri déclame en cent endroits contre les grandes villes et sur-tout contre les capitales.

Notez cependant qu'il a eu le bon sens de dire ; liv. 2, ch. 26 : » Rapprochez les hommes, et vous les rendrez industrieux et actifs : séparez-les, et vous en ferez autant de sauvages incapables d'avoir même l'idée de leur perfectibilité ».

Au reste, ses argumens s'appliquent tous à l'inégalité des conditions et à ses conséquences ; et il aurait dû remarquer que, sans les capitales, ces conséquences auraient été bien plus funestes. La corruption est beaucoup plus répandue en Angleterre qu'en France ; tout Anglais, sauf exception, est à vendre, et tout Français ne l'est pas : c'est que nos grands seigneurs ne quittaient guères Paris et ses environs ; et que les grands seigneurs anglais passent la plus grande partie de leur tems dans leurs terres. Supposez l'égalité établie, supposez d'immenses cités, ce qui n'implique certainement pas contradiction, Filangieri n'aura rien dit contr'elles.

Ce même auteur s'est déclaré aussi pour la maxime des disciples de Quesnai, *laissez faire et laissez passer* :

et cependant il a le bon sens de dire liv. 2, ch. 21 : » C'est dans l'art de connaître les cas où l'on doit ordonner, et ceux où l'on doit laisser faire, que consiste toute la science du gouvernement. » Ces contradictions font honneur à sa bonne foi.

Au reste les grandes communes doivent se former d'elles-mêmes, sans effort et sans gêne de la part du gouvernement ; et si vous voulez conserver l'unité et l'indivisibilité d'un grand état, il faut souffrir qu'une immense population s'amoncèle autour du centre du gouvernement. Ceux qui y voient du danger pour la liberté, sont trompés par de fausses analogies.

On a dit que l'effet des canaux et de la navigation en général, devait être assimilé à un rapprochement de la population dans un plus petit espace. C'est un mot très-juste, et qui doit suffire pour faire sentir la grande utilité de tous les genres de navigation. Il m'a été prouvé, il y a cinq ou six ans, que la corde de bois, au centre de la forêt d'Orléans, ne valait pas quinze sols, et que l'avance des canaux à faire pour porter ce bois à sa valeur, aurait été remboursée en deux ou trois ans. Tout le sol de la France offrirait des résultats analogues. La liberté et les assignats peuvent tripler en vingt cinq ans les produits de la France.

Je ne dirai qu'un mot sur les colonies. » Elles sont bonnes, dit Josiah Child, si le nombre d'hommes qu'elles emploient dans la métropole, est plus grand que le nombre de ceux dont elles la privent. »

Comme il n'y a point encore de peuple en Europe

qui paraisse avoir un excédent réel de population, je me bornerai ici à cette maxime.

Je terminerai cet article par une réflexion générale. C'est que pour produire le plus grand effet possible, la somme des richesses accumulées ne doit être répartie ni dans un trop grand, ni dans un trop petit nombre de mains. Cela conduit à montrer combien cette autre idée, de multiplier les petits propriétaires cultivateurs, qui est encore en vogue, est peu sensée. Dans toutes les entreprises, soit de culture, soit d'industrie, soit de commerce, vous n'obtiendrez le plus grand produit, qu'avec des capitaux suffisans pour faciliter tous les moyens d'améliorer, et assez bornés pour que l'exacte et complette surveillance de leur emploi soit possible.

Je vais maintenant vous exposer quelques remarques sommaires sur les obstacles généraux qui s'opposent à la formation des richesses.

Notre révolution a fait disparaître les plus nuisibles de tous ; c'étaient ceux qu'avait fait naître et qu'entretenait encore la féodalité ; c'étaient les vices de notre législation qui en avaient résulté ; c'étaient les richesses oisives et les exactions des prêtres et des moines ; c'étaient les abus de la fiscalité et de la chicane. Après la destruction de tant de maux, notre prospérité est assurée ; elle ne peut plus éprouver que des retards.

Je ne trouve, dans les remarques qui sont ici sous mes yeux, rien qui ne doive paraître minutieux en comparaison.

Je dirai cependant un mot des erreurs à craindre dans la distribution des secours aux indigens : » Les

assistés, dit Clavière, dans son traité de la foi publique, retirent du revenu général, une part plus grande que celle des hommes laborieux les plus pauvres. C'est une espèce d'injustice. Il faut exciter au travail par des encouragemens, et non pas à l'oisiveté par des aumones; il ne faut pas mesurer les secours sur les idées et les mœurs de ceux qui les administrent, et qui sont habitués à l'aisance. Lorsque l'assistance est de nature à être recherchée par ceux qui pourraient satisfaire à leur besoin d'une autre manière, elle est abusive. Cette remarque très-simple ne devient importante que parce que nous sommes à l'origine de nos institutions en cette matière, où les abus consolidés par le tems sont très-difficiles à réformer. J'invite à consulter encore sur ce sujet, le discours sur le commerce de Josiah Child.

La fausse distribution des tems de travail et de repos, est encore un obstacle à considérer. Ceux qui soupçonnent Cromwel de n'avoir fait que par hypocrisie ses lois sévères sur l'observation du dimanche, pourraient bien se tromper. Cromwel savait que la somme des heures de repos est plus grande, si le repos du jour prescrit n'est pas complet. On a tort peut-être de n'imputer qu'au fanatisme le retour du peuple au repos des dimanches. Qui sait si ce n'est pas la force des choses qui a fixé à six jours de suite la plus longue continuité du travail? On peut assurer au moins que c'est un point très-difficile que de fixer le *minimum* des repos du peuple. Il se plaignait lui-même de la multiplicité des fêtes; mais l'intervalle entre les décadis était peut être trop grand.

La cherté du chauffage et du luminaire dans nos latitudes septentrionales, est encore un obstacle remarquable à la continuité des travaux. Le bon marché du charbon de terre et des huiles de poisson, est d'une grande utilité à l'Angleterre.

On sait que cette nation emprunteuse n'a point de rentes viagères : c'est qu'elle a remarqué que ce genre de richesses n'est pas propre à la circulation. Il faut pour la prospérité de l'industrie, que les capitaux encouragent la production, tandis que les revenus facilitent la consommation.

Il existe des travaux, tels que la fabrication des toiles communes, où la main-d'œuvre est à si bas prix, qu'elle ne pourrait pas faire vivre ceux qui s'en occupent, s'ils y consacraient tout leur tems, et si les travaux des champs ne payaient pas le surplus de leur nécessaire. Ce surplus est un impôt sur la culture. Aussi ne se fabrique-t-il point de toiles communes, pour le commerce, dans les pays riches. La distribution des travaux des champs y est trop bien entendue, pour y laisser ce loisir à personne. Les exemples qui paraissent démentir cette proposition, sont tirés de quelques pays fertiles qu'il ne faut pas confondre avec les pays riches. Il ne se fait pas de toile en Hollande, on n'y fait que blanchir et y apprêter celles de la Westphalie.

Les cantons les plus riches sont ceux où une même étendue de terre vaut la plus grande somme d'argent. Le canton le plus riche du monde est peut-être le centre du beau quartier de Paris, où la toise carrée de terrain non bâti se vendait plus de mille écus avant la révolution.

La fabrique de toiles, dans les pays fertiles n'y offre que l'avantage d'employer leurs produits en chanvres et en lins : mais l'agriculture n'y est pas grévée du suplément de salaires qu'elle est obligée de fournir aux fileuses et aux tisserands. Ces espèces d'impôts d'une industrie sur une autre, sont toujours des symptômes d'une distribution vicieuse des richesses, qu'il est bon de remarquer.

Je n'ajoute plus qu'un mot sur l'uniformité des poids et mesures, dont les principes viennent d'être fixés définitivement par la convention nationale, sur le rapport de Prieur (de la Côte-d'Or). Je vous invite, citoyens, à vous pénétrer de cet excellent rapport; car vous êtes appelés à contribuer de tout votre pouvoir, dans toutes les parties de la république, au prompt succès de cette importante et mémorable réforme.

FIN DU QUATRIÈME VOLUME.

TABLE
DES
MATIÈRES.

Fin de la Table.



